

17/4
P. 12497



CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECNIQUES ET VETERINAIRES DE TREIX

BULLETIN TECHNIQUE N°35

(TRIMESTRIEL)

MARS 1979

BTT-36



**CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES
ET VETERINAIRES DE THEIX**

BULLETIN TECHNIQUE N°35

**C.R.Z.V. de Theix
63 110 - BEAUMONT
Tél. (73) 92-42-63**

**Editions S.E.I.
C.N.R.A. - VERSAILLES**

MARS 1979

CENTRE DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES

SOMMAIRE

Page

COMMISSION DES RECHERCHES BOVINES DE L'I.N.R.A. La traite des vaches laitières	5
MELET L., LOISEAU P., MERLE G. Effet du paturage par les bovins sur une lande de montagne.....	17
LAMAND M. Le diagnostic des carences en oligoéléments : L'analyse du sol ou de la plante.....	27
REMOND B., PATIL B.R., JOURNET M. Etude d'un régime complet riche en aliment concentré pour vaches laitières fortes productrices.....	37
DULPHY J.P., ANDRIEU J.P., DEMARQUILLY C. Etude de la valeur azotée des ensilages d'herbe pour les vaches laitières.....	45
MULLER A., BERANGER C. Utilisation des pulpes de betteraves déshydratées en complément d'ensilage d'herbe par les bovins en croissance et à l'engrais.....	53
TISSIER M., BRELURUT A. Utilisation d'un ensilage d'herbe de qualite mediocre par les brebis à la fin de la gestation et au début de la lactation.....	59
COLLEAU J.J., LIENARD G., JOURNET M. Comparaison economique entre race Holstein et race Normande. Premiers résultats	67
Sommaires des publications des chercheurs du centre parues dans les annales de l'I.N.R.A. (1er semestre 1978).....	85

LA TRAITE DES VACHES LAITIÈRES

COMMISSION DES RECHERCHES BOVINES DE L'I.N.R.A.

La traite est la servitude principale de l'élevage laitier, servitude d'autant plus durement ressentie que se sont développés les besoins de loisirs et de qualité de vie.

Avant de faire le point des recherches, ainsi que de certaines actions de développement, il n'est pas inutile de rappeler l'évolution de l'élevage laitier de notre pays. Elle est caractérisée par :

- la disparition rapide des petits troupeaux : de 1969 à 1977 plus de la moitié des troupeaux ≤ 9 vaches ont disparu alors que doublait le nombre de ceux de plus de 20 vaches. En 1977, les 610 000 exploitations ayant des vaches laitières (dont 545 000 livrant du lait à la collecte) se répartissaient de la façon suivante :

≤ 9 vaches	: 47,6 %	détenant au total	17,1 %	des vaches
de 10 à 19 vaches	: 32,3 %	" "	35,6 %	" "
de 20 à 29 vaches	: 12,4 %	" "	23,3 %	" "
≥ 30 vaches	: 7,6 %	" "	23,9 %	" "

La taille moyenne des troupeaux, qui était de 12,5 vaches en 1977, va continuer à croître, au moins au rythme des dernières années (0,5 vache par an).

- l'accroissement de la production laitière par tête, de l'ordre de 2 % par an. Elle est loin d'être terminée. Évaluée actuellement à 3 250 kg, on peut penser qu'elle atteindra 4 000 kg dans les années 90, voire avant si la diffusion des gènes Holstein s'accélère et que l'amélioration de l'alimentation et de l'hygiène, ainsi que le rapport de prix lait/concentré (actuellement très favorable), le permettent ;

- la réduction de la main d'œuvre salariée, allant souvent jusqu'à sa disparition. Elle conduit à la spécialisation de la production laitière, priorité étant donnée à la productivité du travail et aux investissements. Ainsi, en l'espace d'une quinzaine d'années, la quantité de lait (tous produits) livrée en moyenne par producteur a été multipliée par quatre et le nombre des installations de traite a triplé. La proportion d'étables ayant une machine à traire croît avec la taille du troupeau, elle est actuellement de 57 % entre 10 et 14 vaches, 72 % entre 15 et 19 et de 80 % au-dessus ;

- la nécessaire amélioration de la qualité bactériologique et hygiénique (dénombrement des cellules somatiques) des laits collectés sous l'influence du paiement différencié qui a été institué par la loi du 3 janvier 1969.

Quels sont les **souhaits des éleveurs** quant à la maîtrise et à l'amélioration de la traite et des problèmes qui s'y rattachent tels que les mammites et la qualité bactériologique des laits ?

Ils n'ont pas fait, semble-t-il, l'objet d'enquêtes et d'analyses exhaustives. Si la nature de ces problèmes est probablement commune à tous les producteurs de lait, leur hiérarchie peut varier avec les conditions de production, au premier chef avec la taille du troupeau. D'après l'expérience et les contacts des différents membres de la Commission des recherches bovines, on peut penser que les producteurs de lait souhaitent :

- avoir des vaches faciles à traire, donc pas de vaches trop "longues" ou à problèmes ;

(1) Texte préparé par R. JARRIGE, en conclusion de la réunion de la Commission des recherches bovines du 14 octobre 1977 avec les corrections et les compléments apportés par J. LABUSSIÈRE, M. PLOMMET et J. RICHARD.

- maîtriser et réduire la fréquence des mammites ; on estime que la moitié des vaches sont infectées, ce qui entraîne des pertes importantes (5 % du lait, coût du traitement,...) ;
- avoir une installation de traite efficace et sûre qui soit facile à régler, à entretenir et à nettoyer ; cela bien sûr, au meilleur rapport qualité/prix ;
- avoir une installation et une méthode de traite qui facilitent le travail et son organisation.

Tous aimeraient réduire le temps passé à la traite.

ASPECTS GENETIQUES

APTITUDES A LA TRAITE

Même s'il y a encore beaucoup à faire pour adapter les machines à traire à la physiologie des vaches, celles-ci sont condamnées comme jusqu'ici à être étroitement adaptées à la traite à la machine. Elles doivent être faciles à traire, ce qui implique :

- une aptitude à supporter des méthodes de traite simples nécessitant le minimum d'interventions manuelles, ainsi qu'un intervalle relativement long (jusqu'à 16 heures), et (ou) variable, entre la traite du soir et celle du matin ;
- un bon tempérament (calme, faible sensibilité aux stress,...) ;
- une durée totale de traite (préparation + écoulement du lait + égouttage) relativement courte.

Il s'agit essentiellement d'éliminer les vaches qui donnent mal leur lait, notamment celles à temps de traite anormalement long, parce qu'elles ralentissent et perturbent le travail du trayeur. Mais un temps de traite très court par rapport à la moyenne n'est pas nécessairement à rechercher, d'autant plus que le troupeau comporte le plus souvent des vaches à différents stades de lactation.

Les paramètres de la courbe d'émission du lait ont une héritabilité plus ou moins élevée qui peut donner prise à une sélection efficace. Elle est la plus élevée pour la vitesse de traite mesurée par le débit maximum ($h^2 > 0,5$) ; elle est appréciable (de l'ordre de 0,2) pour le temps total de traite qui sépare la pose du dernier gobelet de la dépose.

La mesure de la vitesse de traite (débit maximum) à l'aide d'un appareillage spécial (par quartiers séparés pour apprécier l'équilibre antero postérieur), a été introduite dans le testage des taureaux dès 1961 aux Pays-Bas, puis en 1969 en France par la Section d'amélioration génétique de l'ITEB. A la fin de 1977, on était en mesure d'indexer 621 taureaux à partir des enregistrements effectués sur 14 à 23 filles contrôlées une fois par lactation (primipares) ou deux (multipares) *. Ces données confirment l'héritabilité élevée de la vitesse de traite (de 0,4 à 0,7 selon les races) et l'existence d'une variabilité importante inter races ; elles situent la valeur optimum du débit maximum aux environs de 2,75 kg/minute, comme l'avait observé POLITIEK aux Pays-Bas. Cette méthode d'enregistrement des caractéristiques de traite peut être utilisée efficacement dans le choix des mères à taureaux. Elle est d'ailleurs mise en œuvre, en plus des Pays-Bas, en Suisse, dans certaines provinces de l'Allemagne de l'Ouest, en Allemagne de l'Est et en Pologne.

Cependant elle exige un appareillage et des contrôleurs spécialisés, ce qui limite son utilisation à la descendance d'une centaine de taureaux et à 400 (?) mères à taureaux chaque année. En 1972 les syndicats de contrôle laitier de 25 départements, en liaison avec l'UNLG, ont donc mis en place la méthode, dite simplifiée, de **mesure du temps total de traite** pour lequel COLLEAU et BOUGLER (1971) avaient trouvé une héritabilité de 0,2. Cette mesure peut être effectuée par le contrôleur laitier ; elle permet, à un coût modique, d'améliorer la connaissance des taureaux et d'élargir le nombre de mères à taureaux, ainsi que de déceler les vaches très "longues". Elle donne des résultats en accord satisfaisant avec la méthode complète lorsqu'elle est appliquée avec rigueur, comme elle l'avait été dans les comparaisons préalables. Cela n'a pas toujours été le cas par la suite,

* Cf. compte rendu n° 945 & 956 de la Section d'amélioration génétique de l'ITEB.

sans doute en raison d'un encadrement insuffisant. Cette incertitude des données, aggravée par une mauvaise organisation du traitement et du retour de l'information, conduit à une sélection peu efficace dans certaines zones. Des mesures sont envisagées pour remédier à ces différentes insuffisances et donner un deuxième souffle au contrôle du temps total de traite.

La coexistence de deux méthodes est mal comprise par les éleveurs et ne facilite pas la prise en compte des caractéristiques de traite, d'autant que celles-ci restent secondaires par rapport à la quantité de lait. Il importe de bien les situer l'une par rapport à l'autre, de montrer leur complémentarité et de baliser les limites de leur utilisation respective. Cette mise à jour vient d'être engagée par les recommandations élaborées par un groupe de travail réuni par l'ITEB ; les organismes d'élevage ont le choix entre les deux méthodes à la condition de les appliquer selon un protocole national, mais la méthode complète est la seule retenue pour la sélection des taureaux.

Ces recommandations clarifient la situation et doivent être mises en pratique. Mais il est indispensable de pousser plus loin la réflexion à la lumière des résultats accumulés et des difficultés rencontrées :

- au plan des méthodes : par exemple dans la méthode complète proposée voici presque deux décennies, le débit maximum est-il le meilleur critère et n'est-il pas possible d'introduire un appareillage plus performant (l'électronique a fait beaucoup de progrès !) ? Ne faudrait-il pas utiliser "l'extensiomètre" de LABUS-SIERE (après l'avoir amélioré) qui mesure l'élasticité du sphincter du trayon ?

- au plan des objectifs recherchés : améliorer la vitesse de traite ou éliminer les animaux à vitesse trop faible ? Quel poids accorder aux caractéristiques de traite dans la sélection sachant que l'amélioration du potentiel laitier entraîne en moyenne un accroissement du débit... et qu'on n'a pas contrôlé les caractéristiques de traite dans la sélection de la Holstein en Amérique du Nord ? Enfin ne faudrait-il pas intégrer la vitesse de traite dans un critère plus général d'adaptation à la traite, de facilité de traite qui tiendrait compte du tempérament et de la résistance aux mammites ?

RESISTANCE AUX MAMMITES

En dépit des progrès dans la prévention et le traitement, l'importance des mammites ne va sans doute pas diminuer rapidement. On sait en effet que la fréquence des affections (mesurées par numération cellulaire) a tendance à augmenter avec le potentiel laitier des vaches. La prévention repose fondamentalement sur la désinfection des trayons et de la machine et sur une traite correcte à l'aide d'une machine bien réglée. Il n'en reste pas moins qu'il faut utiliser simultanément tous les autres moyens tels que l'hygiène du milieu ou les différences génétiques de résistance (ou plutôt de sensibilité) aux infections.

Ces différences ont été mises en évidence dans différents pays par des enquêtes, par la comparaison des descendance de taureaux, par la comparaison de races et par les croisements. Les filles issues des vaches mammiteuses présentent de 1,5 à 2 fois plus d'infections que celles issues de vaches non infectées. L'hérédité de la sensibilité aux mammites varie de 0 à 0,4 selon les études, avec une moyenne de l'ordre de 0,2.

Les mécanismes en cause ne sont connus que de façon fragmentaire :

- conformation du trayon : la fréquence des infections semble bien être plus faible pour les trayons de forme conique que pour ceux de forme cylindrique ;

- canal du trayon : la fréquence des infections augmente légèrement avec le diamètre du canal du trayon, donc avec le débit du lait lors de la traite, mais serait indépendante de sa longueur. La disposition des fibres musculaires et le degré de kératinisation joueraient aussi un rôle dans ces défenses du trayon contre la pénétration des bactéries ;

- sécrétions : il a été mis en évidence des différences entre vaches dans le pouvoir bactéricide du lait par l'intermédiaire de la capacité de phagocytose des leucocytes, des anticorps, des lactoferrines... On peut s'attendre à trouver une relation entre la résistance aux mammites et les types tissulaires (système d'histocompatibilité - travail de POUTREL).

Il y aurait sans doute intérêt à explorer ces défenses naturelles et à les utiliser éventuellement dans les programmes de sélection, par exemple à l'aide d'enquêtes bien faites sur un grand nombre de filles (200 ?) par taureau et (ou) de numération des cellules somatiques (leucocytes) du lait. Cela devrait faire l'objet d'un programme de recherches coordonnées.

LA MACHINE A TRAIRE

Toutes les machines à traire actuelles utilisent des gobelets à double chambre avec pulsations, mais des recherches continuent sur le gobelet à chambre unique.

Au cours des 10-15 dernières années (par exemple depuis la mise au point bibliographique de LABUS-SIERE et RICHARD, 1965), l'évolution (1) a été dominée par :

- l'accroissement de la taille des installations, en parallèle avec celle des troupeaux ;
- la réduction des fluctuations irrégulières du vide, accusées d'accroître les infections, qui a été réalisée par un accroissement de la capacité des groupes à vide et des canalisations, de meilleurs régulateurs... ; comme l'a souligné tout récemment MEIN, ces changements ne correspondraient pas toujours à une demande réelle et ne sont pas obligatoirement des progrès ;
- l'accroissement de la productivité du travail, allant jusqu'à une certaine automatisation.

Les producteurs de lait français ont subi ces changements, utiles ou non, d'autant plus qu'ils ne disposent que de matériel étranger.

Ces modifications de l'appareillage et l'augmentation du nombre des installations n'ont pas été les seuls changements observés en France au cours des 10-15 dernières années. On a aussi pris conscience du fait que le mauvais entretien de la machine diminuait la production laitière et la qualité du lait et accroissait la fréquence des mammites. Le service de traite mécanique de l'ITEB, créé en 1970, a catalysé la mise en place de services de contrôle du matériel de traite à la disposition de tous les producteurs des zones laitières françaises.

Dans le même temps, le Comité Traite mécanique établissait la terminologie, les normes de construction et de performance du matériel ainsi que les règles d'achat, vente et service après vente.

Lorsqu'elles sont correctement utilisées, les machines actuelles donnent largement satisfaction aux producteurs et aussi, semble-t-il, à leurs vaches. Cependant il reste une marge de progrès qui est appréciable au plan de la connaissance du fonctionnement de la machine et de l'amélioration de son efficacité, et qui est encore considérable au plan de l'éducation des utilisateurs. Il s'agit de situer ces possibilités en les regroupant autour des conditions auxquelles doit répondre l'installation de traite :

- 1 - assurer une traite complète et confortable, qui permette à la vache d'exprimer totalement son potentiel laitier,
- 2 - limiter les infections mammites,
- 3 - permettre la production d'un lait propre,
- 4 - faciliter le travail (voir troisième chapitre).

TRAITE COMPLETE ET CONFORTABLE

Une vidange complète du lait alvéolaire extractible est une condition indispensable au déroulement normal de la lactation et à la pleine expression du potentiel laitier de l'animal. Cette loi est connue depuis des siècles. Elle implique :

- un réflexe d'éjection efficace dont on sait qu'il peut être déclenché non seulement par le massage de la mamelle mais par divers autres stimuli du rituel de la traite, auditifs ou visuels ;

(1) Cf. Machine milking (1977) publié par le NIRD de Shinfield et Journées internationales de la traite du 28 juin 1978.

- un intervalle court (inférieur à la minute) entre le stimulus et la pose des gobelets, parce que l'éjection du lait est de courte durée ;

- le minimum de stress avant et pendant la traite ;

- une bonne stimulation des trayons pendant la traite.

De ces conditions découlent un rituel, ou une routine, qui doit être répété de façon très stricte d'une traite à l'autre. Les manquements entraînent des baisses de production, surtout chez les vaches n'aimant pas le changement.

Bien que satisfaisantes, les machines à traire actuelles ne semblent pas avoir atteint l'efficacité de la tétée par le veau. Différentes expériences (Nouvelle-Zélande, Australie, Irlande) montrent que la quantité de lait extraite par plusieurs veaux est supérieure à celle obtenue à la machine. L'allaitement multiple au début de la lactation accroît même la capacité sécrétoire de la mamelle, cette supériorité se maintenant lorsque les vaches sont traites à la machine après le sevrage des veaux. Au Pin, les vaches Normandes qui ont allaité deux fois par jour 3 veaux en 4^e et 5^e lactation ont produit 500 kg de lait de plus qu'à la 3^e lactation où elles étaient traites, et en deux mois de moins ; après correction pour l'effet du numéro de lactation, cela représente un accroissement de 25 % de la sécrétion journalière pour des animaux alimentés selon leurs besoins (LE NEINDRE, PETIT et MULLER, 1976). Les différences en faveur de la tétée sont encore plus grandes pour les vaches Salers lorsqu'elles s'adaptent mal à la traite à la machine.

Les raisons de cette supériorité de la tétée sont à rechercher dans un réflexe d'éjection plus intense et une vidange plus exhaustive sous l'action de facteurs de nature mécanique et psychique, mais aussi dans un meilleur état sanitaire de la mamelle, la proportion de quartiers infectés étant en effet beaucoup plus faible. Il n'est pas facile de faire la part de ces différents facteurs et par suite de les transposer à l'amélioration des machines à traire. Il faudra beaucoup de recherches supplémentaires sur les mécanismes psychophysiologiques de l'éjection et de l'évacuation du lait, telles que celles poursuivies actuellement sur la brebis par LABUSSIÈRE et al.

Le manchon trayeur est la seule partie de la machine à traire qui vienne en contact avec la mamelle. Il doit jouer un rôle majeur dans la stimulation et dans le bien être de la vache. Si on connaît beaucoup mieux son fonctionnement, sa conception reste encore fondamentalement empirique, d'où la multiplicité des modèles (environ 70 en France) sur le marché, qui diffèrent par leurs dimensions (diamètre, longueur, épaisseur), leur forme (longitudinale et transversale), leur tension, leur dureté, la nature de leur caoutchouc (naturel ou synthétique), caractéristiques auxquelles il faudrait ajouter celles du gobelet lui-même. Il en résulte généralement assez peu de différences dans la quantité totale du lait, mais des différences qui peuvent être importantes dans la quantité de lait d'égouttage, le débit du lait et la fréquence des chutes des gobelets. Elles peuvent aller de 1 à 3 (en valeur relative) dans la quantité de lait d'égouttage, par exemple dans les essais comparatifs de LE DU et RICHARD (1977), et de 0 à plus de 50 glissements des gobelets pour 100 traites dans ceux de O'SHEA (1978) en Irlande.

Le corps du manchon interviendrait plus dans le débit d'écoulement du lait et son embouchure dans le volume de l'égouttage ; il faut éviter notamment que l'embouchure du manchon après avoir "grimpé" le long du trayon, ne vienne exercer une pression trop importante qui interrompe la communication entre le sinus du trayon et la citerne de la mamelle. A la lumière des connaissances actuelles, des travaux de LE DU en particulier, le manchon doit :

- être souple pour bien se fermer en fin de cycle,
- avoir un diamètre faible pour bien adhérer au trayon et ne pas "grimper",
- avoir une embouchure assez large, mais sans excès pour éviter le risque de chute.

Ces connaissances permettent déjà d'éliminer les plus mauvais manchons si elles sont correctement utilisées par les utilisateurs et les fabricants. Mais il faut les approfondir afin de proposer des tests sûrs, avec les normes correspondantes, pour mesurer la qualité des manchons ; il n'est en effet pas possible de procéder à des études comparatives sur des vaches. De plus il est nécessaire de tenir compte des caractéristiques du manchon intervenant dans la propagation des infections mammiteuses et dans la facilité de désinfection.

La qualité de la traite dépend non seulement des caractéristiques du manchon, de son anatomie mais aussi de son fonctionnement. La vitesse et l'amplitude de ses déplacements sous l'action des forces appliquées de part et d'autre de ses parois, dépendent des fluctuations du vide dans la lumière du manchon, des caractéristiques de la vague de pulsation dans l'espace annulaire et des qualités du caoutchouc.

REDUCTION DE LA FREQUENCE DES MAMMITES

C'est lors de la traite que les trayons sont les plus exposés aux bactéries pathogènes qui sont excrétées par les quartiers infectés (jusqu'à 10^8 bactéries/ml de lait secrété par un quartier mammitique). Ce transfert des quartiers infectés aux quartiers sains s'effectue par la main du vacher et le linge de nettoyage au cours des opérations préliminaires, et par la machine au cours de la traite ; on peut le réduire considérablement par des mesures de désinfection rigoureuses, mais non le supprimer. Les bactéries colonisent la surface du traxon surtout s'il présente des lésions. C'est au cours de la traite qu'elles ont des chances de forcer la barrière représentée par le canal du traxon qui s'oppose normalement à leur pénétration.

La traite à la machine facilite la dissémination des pathogènes et leur pénétration dans le traxon, probablement par les principes même du fonctionnement de la machine et surtout par des erreurs de son utilisation.

Le principal mécanisme prédisposant a été mis en évidence par les chercheurs du NIRD de Shinfield : c'est le reflux de lait dans le manchon traxeur lorsque celui-ci s'ouvre au début du cycle de pulsation. Des gouttelettes de lait peuvent être projetées sur l'orifice du traxon avec suffisamment de force pour permettre l'implantation de bactéries assez profondément dans le canal du traxon. Ce risque s'accroît à la fin de la traite quand les bactéries ont moins de chance d'être emportées par le lait qui s'écoule, d'où l'influence néfaste de la surtraite. Le procédé du "giclage" qui consiste à extraire manuellement après la traite le résidu de lait contenu dans la citerne élimine les bactéries déposées dans le canal pendant la traite ; il réduit de moitié environ le nombre des infections nouvelles (ROGUINSKY).

Le lait reflue dans le manchon chaque fois que le niveau du vide dans le volume situé immédiatement sous le traxon - volume qui peut être considéré comme un compartiment de vide - est plus élevé qu'en tout autre lieu de l'ensemble. La force d'impact des gouttelettes de lait sur le traxon augmente avec la vitesse de reflux du lait dans le tuyau court à lait sous le gobelet. Les variations du vide sont de 3 origines : 1 - les variations cycliques liées à la pulsation ; 2 - les variations dues à l'écoulement du lait dans les canalisations, d'où l'intérêt généralement reconnu d'un écoulement par gravité dans les "lignes basses" ; 3 - les variations irrégulières et de forte amplitude entraînées par une entrée d'air brutale et importante : dépose de gobelets sans avoir coupé le vide, pression trop forte sur la griffe lors de l'égouttage, glissements et chute des gobelets... Ce sont ces dernières variations qui accroîtraient le plus les risques d'infection. On peut les limiter cependant par les précautions lors de la traite et l'utilisation de bons manchons. Il faut chercher à réduire les fluctuations du vide sous le traxon, mais cela n'implique pas d'en faire autant dans l'ensemble du système par un accroissement exagéré, et très coûteux, de la capacité de la pompe à vide et des canalisations. L'utilisation de déflecteurs pour protéger des impacts l'orifice des trayons a permis une réduction des infections nouvelles qui a été considérable dans les troupeaux des stations de recherche mais modeste (10 %) dans les conditions de la pratique.

Les phénomènes de reflux et d'impact représentent le seul mécanisme prédisposant à l'infection qui soit actuellement bien connu, mais il en existe certainement d'autres. On observe en effet un taux d'infections nouvelles aussi élevé avec une machine à une seule chambre, sans pulsation, où il n'y a pas de possibilité de reflux du lait ; dans ce cas les bactéries seraient transportées par des aérosols.

D'autres facteurs liés à la machine semblent bien favoriser les infections, notamment d'une part un niveau de vide trop élevé parce qu'il accroît les lésions de l'extrémité des trayons, ainsi que le niveau de vide dans le sinus du traxon à la fin de l'émission de lait ; d'autre part des valeurs trop élevées de la vitesse et du rapport de pulsation (cependant une vitesse de pulsation élevée permettrait de traire plus efficacement et avec moins de traumatismes les Montbéliardes qui ont des trayons gros et longs). Il importe que le manchon traxeur se ferme (collapsus) de façon complète au cours de chaque cycle de pulsation.

L'approfondissement de nos connaissances sur le mode d'action du faisceau traxeur devrait permettre de comprendre, puis de maîtriser, les effets directs de la machine à traire actuelle qui facilitent le transfert des

bactéries pathogènes aux quartiers non infectés. En conclusion d'un colloque sur les mammites tenu en 1976 aux USA (1), le groupe d'experts a conclu que "la machine à traire idéale devrait comporter :

- 1 - des manchons à paroi mince et tendue, d'un diamètre assez faible avec une embouchure qui ne comprime pas la base du trayon ;
- 2 - un régime de pulsation qui laisse un temps de repos d'au moins 40 % et permette à l'ouverture et à la fermeture du sphincter du trayon d'être complètes ;
- 3 - un écoulement du lait par gravité dans le pot ou dans une canalisation basse ;
- 4 - et l'utilisation de la machine de façon à éviter la surtraite et l'engorgement des canalisations ou de la griffe".

FAIBLE CONTAMINATION MICROBIENNE

Le matériel de traite, plus généralement la vaisselle laitière, semble être encore souvent la source principale de contamination microbienne du lait ; c'est lui qui apporte la plupart des microorganismes psychrotrophes ou thermorésistants du lait. La peau des mamelles est devenue une autre source importante lorsque sa propreté et son nettoyage avant la traite sont insuffisants. Quant aux quartiers infectés par les germes des mammites, ils n'ont en général qu'un rôle secondaire dans l'importance de la flore totale du lait.

Les microbes sont localisés dans l'eau stagnant dans la machine entre les deux traites, et dans les souillures qui adhèrent au matériel, particulièrement dans les raccords, les recoins plus ou moins morts, les fissures des manchons trayeurs. Ce sont autant de nids où les microbes peuvent se maintenir à l'abri des désinfectants. Ils sont plus nombreux dans les parties complexes : faisceaux trayeurs, extracteur du lait, indicateurs de fin de traite.

Le pouvoir contaminant potentiel d'une installation peut donc varier avec sa conception, son degré de complexité, l'état d'entretien des manchons trayeurs... Le rinçage total à l'eau stérile permet de l'estimer et de mettre en évidence l'insuffisance du nettoyage ; il montre qu'en ce cas la machine est essentiellement une source de bactéries thermorésistantes, de coliformes et de psychrotrophes (CHATELIN et RICHARD, 1978).

Les problèmes du nettoyage du matériel de traite en relation avec la qualité bactériologique des laits sont examinés plus loin.

ALLEGEMENT DES CONTRAINTES DE LA TRAITE

L'allègement de la servitude que représente la traite peut être recherché dans trois voies :

- 1 - la rendre plus facile, moins pénible ;
- 2 - diminuer sa durée et accroître la productivité du travail ;
- 3 - la rendre moins astreignante dans l'organisation du travail de l'exploitation et des loisirs.

Si le premier et le troisième objectifs sont communs à tous les producteurs de lait, le deuxième présente un intérêt variable selon les conditions de l'exploitation, à commencer par la taille du troupeau. L'accroissement de la productivité du travail est important dans les grands troupeaux, sachant que la durée de la traite ne devrait pas dépasser 1 h 1/2 dans une installation à fort débit qui exige un gros effort d'attention de la part du trayeur. C'est surtout en salle de traite qu'il peut être pleinement réalisé, donc dans un dixième des exploitations laitières actuelles.

En tout état de cause, cet allègement des servitudes de la traite **ne doit pas se réaliser au détriment de la quantité de lait obtenue**, de sa qualité bactériologique ni de l'état sanitaire des vaches. On n'utilise déjà pas de 10 à 15 % de la capacité de production des bonnes productrices en ne les trayant que deux fois par jour au lieu de trois. Seules les grandes unités peuvent effectivement mettre en balance l'accroissement de la productivité du travail avec une certaine réduction de la quantité de lait et une augmentation des investissements.

(1) Cf. Journal of the american Veterinary medical association (1977) vol. 170, n° 10.

Il ne faut pas oublier que la conception du bâtiment joue elle aussi un rôle important dans les contraintes de la traite.

SIMPLIFICATION DU RITUEL DE LA TRAITE

- Suppression de la préparation

Les règles de la préparation à la traite sont bien connues et ont été largement vulgarisées :

- extraire les premiers jets ;
- nettoyer efficacement la mamelle et la sécher ;
- à l'occasion de ce lavage, procéder à un massage vigoureux dont la longueur doit être adaptée aux "besoins" des vaches (PHILLIPS). Cette personnalisation est difficile à réaliser dans les grands troupeaux ; cependant, une demi minute suffirait à déclencher un réflexe d'éjection intense chez la plupart des vaches (LABUSSIÈRE) ;
- poser les gobelets le plus rapidement possible après la fin du massage ou le séchage ;
- suivre le même programme d'une traite à l'autre, avec les mêmes intervalles de temps ; c'est d'ailleurs une obligation en salle de traite pour l'organisation du travail.

Ces règles ont été largement vulgarisées mais elles sont difficiles à respecter en totalité.

La suppression du nettoyage-massage économiserait du temps et des efforts et accroîtrait l'efficacité du trayeur. Elle a fait l'objet d'observations et d'expérimentations relativement disparates, dont bien peu sont parfaitement rigoureuses, d'une durée suffisante (à l'échelle d'une lactation) et complètes (incluant la qualité bactériologique du lait et l'état sanitaire).

Elle a entraîné une diminution de la quantité de lait très variable ; pratiquement nulle dans les enquêtes danoises (IPSEN et STIGSEN, 1955) et les travaux réalisés à Shinfield (GRIFFIN) ; de 10 à 20 % dans des expérimentations néo-zélandaises (PHILLIPS) et allemandes (FEICHMANN et RUPPERT, RUDOVSKY) ; de l'ordre de 5 % dans la comparaison de LABUSSIÈRE et al (1976) si on tient compte des différences dans le potentiel laitier initial des animaux. Il n'est pas impossible que cette perte de lait soit due en partie à un taux d'infection plus élevée des mamelles, mais celui-ci n'a pas été mesuré dans ces différents essais. Cette variabilité entre des résultats expérimentaux qui ont été obtenus en principe avec des installations bien réglées et une technique de traite normalisée, permet d'attendre une variabilité au moins aussi grande dans la pratique, compte tenu des différences dans l'état de fonctionnement des machines et dans la race des vaches.

Ces précautions dans la généralisation des résultats étant prises, il n'en reste pas moins que le stimulus du massage peut être remplacé par d'autres stimuli pour déclencher le réflexe d'éjection : c'est le cas de l'entrée en salle de traite, de la distribution du concentré et de la pose des gobelets, mais aussi de différentes autres sensations auditives ou visuelles. Il s'agit de les utiliser au mieux pour conditionner le réflexe d'éjection à un stimulus initial annonçant à la vache qu'elle va être traitée et le renforcer par la pose des gobelets. Il est à noter que l'absence de massage allonge le temps d'écoulement du lait de près d'une minute.

L'influence de la suppression du nettoyage sur la concentration microbienne du lait dépend du taux de contamination microbienne de la peau des mamelles (RICHARD, 1978). Elle est négligeable lorsque la mamelle est peu contaminée, comme c'est généralement le cas des vaches au pâturage par beau temps. Elle est néfaste lorsque la peau de la mamelle est fortement contaminée, même si elle est apparemment propre ; la flore totale ne descend jamais au-dessous de 10 000 germes/ml et dépasse souvent le seuil des 100 000 ; de plus elle s'enrichit en psychrotrophes et en sporulés. Cependant les résultats ne sont alors pas meilleurs avec un lavage trop rapide et sans séchage.

Dans l'évaluation des conséquences économiques de la suppression de la préparation à la traite, il est indispensable de tenir compte de cette détérioration de la qualité bactériologique du lait ainsi que des modifications éventuelles de l'état sanitaire de la mamelle. L'augmentation de la taille des troupeaux, la réduction du

nettoyage de la mamelle pour gagner du temps et certaines conditions de stabulation peu favorables à la propreté font que la peau des mamelles est devenue une source importante de contamination microbienne du lait, la plus importante pour les spores de *Bacillus* et de *Clostridium* dont on connaît les incidents technologiques néfastes.

Le massage vigoureux représentant une fatigue importante dans les très grands troupeaux, il a été mis au point en Allemagne de l'Est un système de massage par le manchon trayeur pendant la minute qui suit la pose des gobelets : il est basé sur l'admission d'air comprimé dans le pulsateur à la place de l'air atmosphérique, ce qui accroît la pression sur les trayons.

- Réduction du temps de traite

Le temps d'écoulement du lait peut être diminué en augmentant le niveau du vide, le rapport de pulsation et la vitesse de pulsation, mais ces différentes modifications prédisposent à un accroissement des infections. Il est tenu compte de ces risques dans les recommandations faites aux utilisateurs.

Sa machine ayant été correctement montée et réglée, l'éleveur n'a plus rien à attendre d'elle pour la réduction du temps consacré à la traite de son troupeau si ce n'est dans le choix d'un bon manchon.

L'amélioration de la conception des faisceaux trayeurs (poids, volume de la griffe, diamètre et longueur des canalisations...) devrait cependant apporter un gain de temps à l'avenir.

- Suppression de l'égouttage

Une traite bien faite avec une machine moderne correctement réglée laisse dans la mamelle moins de 0,5 kg de lait extractible, en moyenne 0,25 kg, qui est retiré lors de l'égouttage. La suppression de cet égouttage diminue alors très peu la production, de 0 à 3 % selon les expériences concordantes réalisées dans différents pays (Grande-Bretagne, Allemagne de l'Ouest, Irlande, Nouvelle-Zélande, U.S.A., France) à l'exception d'une valeur de 8 % en Allemagne de l'Est. Elle est plutôt favorable à l'état sanitaire puisqu'elle diminue le temps de la surtraite, à la condition que les gobelets soient décrochés dès la fin de la traite. Celle-ci peut être signalée par des dispositifs qui se déclenchent lorsque le débit devient très faible (moins de 0,2 litre/mn) et s'accompagner d'une coupure automatique du vide.

La possibilité de supprimer l'égouttage sans risques physiologiques a ouvert la voie aux dispositifs de décrochage automatique qui sont apparus ces dernières années. Il y a une grande marge de progrès pour les simplifier et en abaisser le coût, lequel est actuellement trop élevé par rapport au gain de temps réalisé dans la grande majorité des exploitations. Le procédé de giclage pourrait être inclus dans ce programme automatisé, sous forme d'une courte période de vide élevé entre la fin de l'écoulement du lait et le décrochage des gobelets.

Il ne faut cependant pas oublier qu'un excès de lait résiduel extractible laissé à la fin de la traite est un terrain favorable aux mammites. Cet excès, dont il est difficile de préciser le seuil, apparaît avec les mauvaises conditions de traite et les vaches difficiles à traire et aussi avec la suppression du massage préalable. Il y a une incompatibilité de principe entre la suppression du nettoyage-massage et celle de l'égouttage.

La suppression simultanée de ces deux opérations se traduit par une diminution variable de la production, d'après les essais de LABUSSIÈRE ; certaines vaches l'acceptent assez bien mais d'autres se tarissent. Cependant cette perte peut être compensée dans les grands troupeaux par l'accroissement considérable (jusqu'à 3 fois dans une salle en épi de 2 x 6) de l'efficacité du trayeur, sans avoir recours à des installations coûteuses ("rotolactors", décrochage automatique...).

SOUPLESSE DANS LA FREQUENCE DES TRAITES

Raccourcir l'intervalle entre les traites du matin et du soir et supprimer la traite du dimanche ont fait l'objet dans les années 50 et 60 d'expérimentations dont les résultats ont été largement vulgarisés et n'ont pas été contredits par les essais plus récents.

On peut allonger, jusqu'à 16 h, l'intervalle entre la traite du soir et celle du matin sans réduire sensiblement la production laitière par lactation : de 0 à 4 % dans la dizaine d'essais disponibles, mais seulement de 1,3 et 2,2 % dans les deux qui ont été réalisés avec des vaches produisant de 5 à 6 000 kg de lait. Ce régime 8-16 h condamne les fortes productrices en début de lactation à stocker des quantités de lait considérables pour la traite du matin. Il faudrait vérifier que cela n'entraîne pas de "descente" de la mamelle, d'augmentation de la fréquence et de la gravité des mammites, voire d'allongement de l'anoestrus post partum.

La suppression d'une traite du soir par semaine a fait l'objet d'un certain nombre d'essais dans plusieurs pays, notamment en France (LABUSSIÈRE et COINDET, 1968 ; ROGUINSKY, 1972) et d'essais dans la pratique (FNPL). Les résultats sont concordants : la quantité de lait diminue de 3 à 10 %, avec une moyenne de l'ordre de 5 %, et celle des matières grasses un peu moins ; la fréquence des infections n'est pas considérablement accrue mais la gravité des mammites cliniques peut l'être. La diminution de la production est plus faible si on traite plus tard le matin du jour où on supprime la traite du soir. Comme précédemment, il reste à analyser de plus près l'influence de cette suppression d'une traite hebdomadaire chez les vaches à forte production en début de lactation et à définir les conditions (taille du troupeau, possibilités de remplacement du trayeur...) dans lesquelles elle pourrait être mise en place le dimanche soir.

Quant au régime d'une seule traite par jour, il n'a été étudié que dans un seul essai à l'échelle de la lactation (CLAESSON, 1959 en Suède) et dans deux portant sur les 2-4 derniers mois de la lactation (Nouvelle-Zélande et U.S.A.). Par rapport au régime normal les pertes moyennes de production ont été respectivement de 45 % et de 32 et 38 % avec des différences assez importantes entre vaches. Il serait à coup sûr intéressant de refaire ces expériences en mesurant aussi les répercussions sur l'état sanitaire de la mamelle, la capacité d'ingestion des vaches et sur leur reproduction, cela sur des animaux de potentiel différent.

REDUCTION DE LA CORVEE ET DU SOUCI DU NETTOYAGE

Le paiement différentiel du lait selon sa qualité bactériologique a sensibilisé les producteurs aux diverses sources de contamination microbienne du lait : les quartiers infectés, la peau des trayons (plus généralement des mamelles), le matériel de traite, les réservoirs de réfrigération et le matériel de stockage (environ 60 % du lait collecté serait réfrigéré à la ferme) ou les bidons de ramassage.

Les règles à suivre pour empêcher cette contamination sont depuis longtemps connues et parfaitement éprouvées : lavage efficace des mamelles sales suivi d'un séchage avec des lavettes propres et désinfectées ; nettoyage du matériel de traite basé sur l'utilisation d'une solution détergente alcaline à chaud... Ce dernier étant très astreignant, J. RICHARD a cherché à le simplifier : un nettoyage à froid avec une solution d'iodophore est presque aussi efficace ; de plus il altère moins rapidement la surface des manchons trayeurs.

En appliquant en totalité et correctement les règles éprouvées, il est possible de produire du lait contenant moins de 10 000 germes par ml, dont moins du dixième provient du matériel de traite. C'est ce qui est réalisé en Grande-Bretagne pour la majorité du lait (il va à la consommation en nature) et ce, en l'absence de normes officielles. On n'en est pas là en France, tant s'en faut. Après avoir baissé rapidement grâce à l'élimination des erreurs les plus grossières, le taux de contamination ne diminue plus que très lentement ; il se situe généralement entre 50 et 500 000 germes/ml à la fin de la traite. D'après les comptes rendus annuels des laboratoires interprofessionnels, les laits se répartiraient depuis 3-4 années par tiers entre les trois catégories : A ($< 200\ 000$ germes/ml), B (de 200 à 500 000) et C ($> 500\ 000$). La loi de 1969 n'a pas encore pu être appliquée intégralement : les dérogations concernant le taux de contamination pour la catégorie A (200 000 au lieu de 100 000) et la fourchette du paiement différentiel (5 % au lieu de 10 % prévus) sont reconduites d'année en année.

Il est sûr que les producteurs qui obtiennent de mauvais résultats n'appliquent pas de façon rigoureuse et complète les règles de nettoyage des mamelles et du matériel, parce qu'ils connaissent mal et (ou) qu'ils n'y attachent pas assez d'importance ; de plus ils peuvent être gênés par les défauts de conception ou le mauvais état général de leur installation. Il s'agit d'abord de les aider et de les "motiver". Cela n'est pas si facile, parce que le diagnostic des insuffisances est long et que la démonstration de l'efficacité des remèdes est rarement spectaculaire. Dès lors que les erreurs grossières ont été éliminées (à moins de 500 000 germes/ml), il est presque impossible d'identifier les causes de contamination dominantes par l'observation du matériel et des pratiques de traite (elles ne se voient pas), pas plus que par le niveau de la flore totale.

Il faut avoir recours à des techniques complexes, telle que la flore totale de l'eau du rinçage total de l'installation de traite. Les études méthodologiques de CHATELIN (ITEB) et RICHARD montrent que la composition de la flore totale (le profil "microbien") du lait devrait permettre d'identifier la source de contamination dominante lorsqu'il y en a une : psychrotrophes + thermorésistants par la peau des mamelles, thermorésistants par la machine mal nettoyée, coliformes par une installation présentant des défauts de conception.

L'amélioration de la qualité bactériologique du lait est essentiellement une affaire de développement. Cependant pour appuyer celui-ci il faudrait disposer d'une méthode de diagnostic qui soit à la fois moins onéreuse et plus sûre ; il semble s'en dégager une des travaux récents, qui va être mise à l'épreuve en 1979-80.

Les difficultés rencontrées dans la généralisation de l'hygiène de la traite ont conduit à remettre en cause les seuils de contamination fixés par la loi, cela pour des raisons objectives ou des motifs intéressés selon les cas. On s'est demandé si l'objectif de 100 000 germes par ml fixé par la loi n'était pas inutilement contraignant dans un pays où seulement 14 % du lait collecté est consommé en nature, alors qu'un tiers est transformé en fromages et plus de la moitié en beurre (et poudre de lait écrémé). Pour la transformation en fromage il s'agit moins de réduire la flore totale que de diminuer le nombre de bactéries nuisibles : les psychrotrophes qui se développent dans le lait conservé en tank réfrigéré, les spores de *Bacillus* ou de *Clostridium*.

La question centrale est donc de savoir s'il y a une corrélation positive satisfaisante entre le nombre de germes totaux et le nombre de germes nuisibles. Une telle corrélation a été observée dans la quasi totalité des travaux examinés par LUCK (1972) mais elle n'est généralement pas très étroite en raison des variations dans la composition de la flore totale. Les laits fortement contaminés ont de bonnes chances de contenir un nombre excessif de bactéries indésirables pour l'industrie laitière. Il est donc souhaitable de continuer à en diminuer la fréquence, sans changer la politique et les normes définies par la loi, par une meilleure application des recettes d'hygiène qui ont fait leurs preuves chez ceux qui produisent du lait de catégorie A.

Cette réduction de la contamination en bactéries nuisibles est bénéfique pour les industries fromagères car elle réduit la fréquence des accidents de fabrication. Elle s'accompagne probablement d'une réduction de la population des bactéries utiles (maturation...) qu'on peut compenser par de légères adaptations de la technologie à des laits plus propres (moins de 500 000 germes par ml lors de l'utilisation). Enfin, il ne faut pas trop miser sur l'utilisation d'ultracentrifugeuses pour remédier à une contamination microbienne trop élevée. Certes elle permet de la réduire (mais en partie par le chauffage du lait qu'elle implique), surtout en ce qui concerne les spores, mais elle est rarement économique.

CHOIX ET ORGANISATION DES RECHERCHES

Les recherches de l'INRA touchant à la traite sont actuellement réalisées en trois endroits :

- à Rennes, pour ce qui est de la physiologie et de la traite proprement dite et certains aspects de la mécanisation et de l'automatisation ;
- à Nouzilly, pour les mammites ;
- à Jouy-en-Josas, pour les aspects bactériologiques et génétiques,

tandis que la technologie des installations de traite a été pratiquement délaissée par le CNEEMA, dont elle relevait.

Ces différentes équipes ont choisi au mieux les axes de leur recherches fondamentales selon les préoccupations de leur discipline scientifique, l'état des connaissances et leurs moyens de tous ordres. Par exemple, la physiologie du trayon dans ses relations avec le manchon trayeur étudiée par le Laboratoire de la traite (J. LABUSSIÈRE et J. LEDU) est au cœur du fonctionnement de la machine à traire et de ses possibilités d'amélioration. De même les progrès dans la lutte contre les mammites sont à attendre des recherches poursuivies, ou envisagées, à Nouzilly sur la colonisation du trayon par les bactéries, leur adhérence à l'épithélium mammaire et l'immunité locale.

C'est au niveau du choix et de la réalisation des études appliquées que s'impose une réflexion en vue d'une plus grande efficacité. Pour l'éleveur, la traite constitue un tout, qui va du choix des vaches, du bâtiment et de la machine jusqu'à la qualité bactériologique du lait, et qui s'intègre dans l'exploitation du trou-

peau. Les problèmes prioritaires sont très différents selon la taille des troupeaux, leur niveau de production, les bâtiments, l'utilisation du lait, la présence ou non de la main d'œuvre salariée et, bien sûr, la compétence des éleveurs ; par exemple pour les uns, ce sera la productivité du travail et pour beaucoup d'autres, la qualité bactériologique du lait. Les expérimentations en vraie grandeur sur les vaches laitières étant très lourdes et ne pouvant être menées qu'au rythme d'une par an, le choix des problèmes prioritaires est très difficile, d'autant plus que seuls ceux des éleveurs ayant les troupeaux et les équipements les plus importants sont à peu près bien exprimés et connus ; d'où une tendance tout à fait compréhensible à accorder la priorité à ces problèmes, qui sont d'ailleurs souvent les plus stimulants.

Le thème étant choisi, l'expérimentation sur les animaux aura pour objectif de **fournir tous les éléments techniques** nécessaires aux éleveurs pour effectuer un choix économique. Il faut donc prendre obligatoirement en compte :

- la quantité de lait et sa composition,
- la fréquence et la gravité des mammites,
- la qualité bactériologique et hygiénique du lait,
- et le temps de travail.

ainsi que les répercussions éventuelles sur la reproduction et la consommation de nourriture. Les animaux doivent être représentatifs des vaches actuellement utilisées, ou qui vont l'être, et des divers numéros de lactation. Les traitements seront appliqués pendant au moins une lactation. Au stade atteint par nos connaissances, les différences à mettre en évidence étant souvent de l'ordre de quelques %, il faut procéder à des appariements très rigoureux sur la base du potentiel laitier (d'où les difficultés avec les primipares) et de l'état sanitaire, appariements qui sont très difficiles à réaliser lorsqu'on ne peut choisir que dans un effectif limité d'animaux. Pour tourner ces difficultés on peut avoir recours aux brebis et aux chèvres lorsque leur comportement est analogue à celui des vaches.

La démultiplication en ferme des expérimentations les plus prometteuses est indispensable pour tenir compte des interactions avec le type d'animaux, de l'état de fonctionnement de la machine et pour mesurer des temps de travaux qui aient une portée générale. Il en est de même pour les techniques d'amélioration de la quantité microbienne des laits. Cette association recherche-développement est d'ailleurs bien réalisée entre les laboratoires de l'INRA et les services de l'ITEB tant pour la traite (LABUSSIÈRE et DARRACQ) que pour la propreté du lait (RICHARD et CHATELIN). Il existe aussi des liaisons avec les constructeurs de machine à traire, mais les possibilités d'action sont limitées parce que la France ne possède en ce domaine aucune industrie autonome. Le problème se pose de savoir ce que doit faire l'INRA en ce domaine : ne rien faire, tester les nouveautés et essayer de les améliorer ou bien, en liaison avec d'autres organismes (CNEEMA), mettre en place des recherches sur la conception même du matériel de traite ? La sagesse est sans doute de limiter ses ambitions et de concentrer les efforts sur l'amélioration des manchons trayeurs.

La physiopathologie du trayon devrait être la colonne vertébrale d'un programme de recherches coordonnées sur la traite s'appuyant sur une collaboration étroite entre les équipes "Physiologie de la traite" et "Mammites" dûment renforcées (demandes respectives d'un chercheur et d'un technicien d'atelier et de deux chercheurs). Complétées au plan technologique (caoutchouc...) et bactériologique (nettoyage), ces recherches pourraient peut-être donner naissance à un manchon trayeur INRA, selon la suggestion de PLOMMET. Vendraient s'y ajouter l'étude de problèmes plus limités tels que les méthodes de distribution des aliments concentrés en salle de traite, les techniques de tarissement, etc... Ce dernier problème prend de l'acuité avec l'accroissement du potentiel laitier des vaches. Il concerne à la fois les physiologistes, les pathologistes, les généticiens et les spécialistes de l'élevage et de l'alimentation. C'est d'ailleurs par l'association de chercheurs de ces différentes disciplines (sans oublier économistes et sociologues) et en liaison avec l'aval (ITEB), qu'on pourra replacer les travaux de recherche-développement sur la traite dans le cadre plus général de l'élevage laitier.

La dispersion actuelle de ces recherches en trois endroits est un handicap à leur pleine efficacité et à leur expansion. En Grande-Bretagne, elles ont toujours été concentrées au NIRD de Shinfield, près de Reading, à l'exception des aspects génétiques mais y compris les aspects technologiques, et en étroite liaison avec les aspects zootechniques. Sans prétendre faire à Rennes un autre NIRD (qui est dans sa 6^e décennie), on devrait s'inspirer de son exemple à l'occasion de la création d'une Station sur l'Élevage laitier qui y est envisagée.

EFFET DU PATURAGE PAR LES BOVINS SUR UNE LANDE DE MONTAGNE

MELET L. *, LOISEAU P. **, MERLE G. **

** Institut Technique de l'Elevage Bovin - PARIS*

*** I.N.R.A. - Station d'Agronomie - Centre de Recherches de CLERMONT-FERRAND*

INTRODUCTION

Le mode d'exploitation par le troupeau est un des principaux facteurs qui détermine la qualité des pâturages de montagne. On distingue trois grands types de couverts végétaux de valeur décroissante pour le pâturage :

- 1 - Les prairies à Fétuque rouge, liées à de forts chargements et à une bonne restitution des excréments ;
- 2 - les nardaies, déterminées par une pâture et une restitution des excréments incomplètes ;
- 3 - les landes très peu pâturées, ou abandonnées par les troupeaux.

Ces liens écologiques entre le mode d'utilisation et la valeur de la végétation suggèrent une possibilité d'amélioration des landes par le simple choix d'un chargement et d'une conduite du troupeau appropriés. On peut se demander si, en faisant pâturer une lande comme une prairie à Fétuque rouge, il serait possible de provoquer l'apparition de cette prairie. Sans vouloir tester strictement une telle hypothèse, on cherchera simplement ici à répondre à propos d'un cas concret aux questions suivantes :

- 1 - Peut-on conduire un troupeau avec des chargements inhabituels et relativement élevés sur une lande réputée de faible valeur sans de graves risques pour les performances zootechniques ?
- 2 - Quels sont les délais et les formes d'évolution de la végétation soumise à de telles conditions d'exploitation ?

CONDITIONS EXPERIMENTALES

1 - Surfaces pâturées

Une partie d'un domaine géré par l'ITEB dans le Massif de l'Aiguiller (Monts Dore) a été choisie pour effectuer un essai d'exploitation de lande. Une quarantaine d'hectares situés dans la partie sommitale du domaine entre 1 400 et 1 500 m d'altitude étaient depuis longtemps peu exploités et envahis par la Callune et les Myrtilles.

Afin de réaliser une rotation du pâturage, la lande fut d'abord équipée pour l'abreuvement, clôturée et divisée en trois parcelles : une parcelle sommitale à prédominance de Callune et Myrtille (17 ha), une parcelle d'altitude moyenne à Myrtille et Callune (12 ha), une parcelle plus basse à Myrtille et Fétuque rouge (9 ha).

2 - Conditions climatiques

Les températures moyennes sur la période de 5 années de pâture, enregistrées dans la même région à 1 350 m d'altitude, ont été de 7,8° en juin, 9,7° en juillet, 11,4° en août et 7,5° en septembre. Les pluviométries pour le même poste atteignirent en moyenne 119 mm en juin, 128 mm en juillet, 106 mm en août et 162 mm en septembre.

3 - Conduite des animaux

Bien que le domaine soit consacré avant tout à l'estive de vaches allaitantes, des animaux moins exigeants furent choisis pour l'exploitation de la lande, sous la forme de génisses de 30 mois, de vaches non suitées ou de vaches tarées.

Pour la première année, chacune des trois parcelles fut affectée à un troupeau de génisses. Pour se prémunir contre d'éventuelles chutes de performances, les animaux ne firent que trois brefs séjours de 20 jours sur la lande. Le comportement des animaux ayant été satisfaisant, le recours à des surfaces extérieures ne fut plus employé aussi largement par la suite : le troupeau de génisses ou de vaches non suitees fut conduit en rotation sur les 3 parcelles pendant 86 à 102 jours, la pâture d'arrière saison étant assurée par des vaches tarées (figure 1).

4 - Mesures sur la végétation

Les modifications de la composition botanique ont été enregistrées pendant 5 ans sur 9 Stations permanentes réparties dans les parcelles haute et moyenne.

La méthode de relevé sur une station consiste à noter les espèces présentes sur une série de 50 "points quadrats" régulièrement espacés le long d'une ligne de 50 m de longueur. L'abondance d'une espèce est exprimée en % du total des présences recensées. C'est sa "contribution spécifique" (C.S.).

Comme critère synthétique de jugement sur la végétation, on a utilisé l'indice de valeur pastorale (V.P.) de DAGET-POISSONNET. Cet indice, calculé sur la base des contributions spécifiques prend des valeurs allant de 5 à 9 pour les landes à Callune et Myrtilles, 12 à 17 pour les Nardaies, et d'environ 20 pour les prairies les plus médiocres à Fétuque rouge de la région.

Pour un diagnostic plus précis sur l'évolution botanique, il vaut mieux cependant s'attacher au comportement des groupes d'espèces suivants :

a) Espèces dont on recherche une diminution

- les espèces ligneuses de la lande sont composées essentiellement par la Callune et les Myrtilles. Elles représentent une C.S. moyenne de 20 % environ à l'état initial.
- les graminées de la lande comprennent la Fétuque ovine, la Canche flexueuse, le Paturin des Sudètes et le Nard. Leur C.S. moyenne est de 27 %.
- les espèces diverses peu fourragères sont des espèces non graminéennes qui ont au départ une C.S. de 21 %.

b) Espèces dont on recherche le développement

- les graminées fourragères productives sont la Fétuque rouge et l'Agrostide vulgaire (C.S. initiale de 11 %).
- les espèces diverses fourragères contiennent le Dent de Lion, la Bistorte, le Fenouil de montagne et la Potentille érigée. Ces plantes n'ont pas toujours une excellente réputation comme fourrage, mais sont parfaitement consommées et contribuent pour une bonne part au rendement fourrager (C.S. initiale de 15 %).

Les stations d'étude sont choisies pour différencier l'évolution de la végétation selon le facies initial (lande riche en ligneux ou riche en graminées), la densité de fréquentation des animaux (proximité du point d'eau) et la présence ou non d'un débroussaillage mécanique en 1969.

RESULTATS

I - RESULTATS ZOOTECHNIQUES

1 - Chargements réalisés

Les chargements tenus sur le dispositif sont notés dans le **tableau 1**. Ils indiquent uniquement la façon dont le pâturage a été utilisé et non pas des potentialités absolues de chargement.

TABLEAU 1

CHARGEMENTS REALISES SUR LA LANDE

Parcelle	Temps de présence effectif des animaux (j) (1)	Poids moyen des animaux présents (kg)	Nombre de jours de paturage (an x/ha)	Nombre de jours de paturage (100 kg P.V./ha)	Charge instantanée moyenne (tête/ha) (2)	Charge moyenne (tête/ha) (3)
1972						
Haut	58	508	153	777	2,5	1,2
Milieu	58	564	201	1134	3,5	1,7
Bas	58	490	195	955	3,1	1,5
3 parcelles	58 x	525	177	930	-	1,4
1973						
Haut	92	608	74	450	0,9	0,7
Milieu	91	625	102	638	1,3	0,9
Bas	91	589	133	784	1,6	1,2
3 parcelles	120 xx	604	97	586	-	0,9
1974						
Haut	45	542	119	645	2,6	1,0
Milieu	32	551	136	749	4,3	1,1
Bas	30	548	191	1046	6,3	1,6
3 parcelles	107 xxx	528	138	728	-	1,1
1975						
Haut	49	527	155	817	3,2	1,3
Milieu	53	560	203	1136	3,8	1,7
Bas	47	549	258	1415	5,5	2,1
3 parcelles	113 xxx	544	195	1060	-	1,6

- (1) Présence effective d'animaux (30 mois ou vaches tarées) sur une parcelle ou sur le dispositif.
 (2) Charge instantanée moyenne sur la durée du séjour, convertie en animaux de 550 kg de P.V.
 (3) Charge moyenne sur la durée de l'estive (120 jours), convertie en animaux de 550 kg de P.V.

* Séjours simultanés de 3 troupeaux sur les 3 parcelles.

** 2 troupeaux se succédant sur les 3 parcelles.

*** 1 troupeau tournant sur les 3 parcelles.

Ils sont situés entre 70 et 250 jours de pâturage/ha selon les parcelles et les années : 70 à 150 j d'animaux/ha sur la parcelle haute, soit 0,7 à 1,3 têtes de 550 kg/ha sur les 120 jours d'estive rendus possible par le climat et 100 à 250 j d'animaux/ha sur les parcelles moyennes et basses, soit 0,9 à 2,1 têtes de 550 kg/ha sur la saison.

Les chargements instantanés moyens ont varié de façon plus large, avec des maxima de 3,2 sur la parcelle haute, 4,3 sur la parcelle moyenne et 6,3 sur la parcelle basse.

2 - Performances zootechniques

Les durées de séjour des animaux sur le dispositif ont été de 58 à 102 jours. Aussi ne faut-il pas attribuer forcément leurs performances à la seule végétation de la lande étudiée. Néanmoins, les surfaces complémentaires offertes aux troupeaux n'ont jamais été de très bonnes prairies. D'autre part, les croissances réalisées entre les deux premières pesées sont à attribuer presque entièrement à la lande à partir de 1973.

La croissance des bêtes de 30 mois et des mères non suivies est donnée dans le **tableau 2**. En 1972, de graves chutes de performances sur la lande sont improbables avec les résultats moyens obtenus. Les différences observées sur les croissances des autres années sont difficiles à analyser. La baisse observée en 1973 pendant la première partie de l'estive est générale à l'ensemble des génisses de 1 et 2 ans et semble caractéristique de l'année. Les faibles performances réalisées pendant la seconde partie de l'estive de la même année peuvent être l'effet des mauvaises conditions climatiques lors de la dernière pesée (chute de neige).

TABLEAU 2

CROISSANCE DES GENISSES DE 30 MOIS ET DES MERES NON SUITEES

Année	Effectifs	Poids moyen mi-août (kg)	Gains moyens quotidiens (g)			Durée de séjour (j)
			mi-juin à mi-août	mi-août à mi-octobre	moyenne de l'estive	
1972	76 génisses	513	927	682	800	58
1973	26 génisses	617	674	627	653	86
1974	26 génisses	474	860	633	694	102
	9 mères	663	783	621	632	102
1975	71 génisses	525	892	642	739	95
	7 mères	682	932	851	899	95
ensemble	173 génisses	-	902	671	773	-
			$\pm 35 \times$	$\pm 46 \times$	$\pm 30 \times$	

* intervalle de confiance au niveau 5 %.

Finalement, il paraît possible d'obtenir des gains moyens quotidiens acceptables de 740 à 800 g avec des animaux de 30 mois et plus passant jusqu'à 90 % de leur temps sur des landes sommitales entre 1 400 et 1 500 m d'altitude.

II - EVOLUTION DE LA VEGETATION

1 - Evolution moyenne sur l'ensemble des stations

La composition botanique est nettement modifiée par les 5 années de pâturage. L'évolution de la végétation donnée dans le **tableau 3** montre une diminution des espèces de la lande : les espèces ligneuses et les mousses perdent 8,5 points de C.S. et les graminées de la lande 8,4. Les places laissées vacantes sont colonisées par les "espèces diverses" (+ 12,1 points) et ensuite seulement par les graminées fourragères (+ 4,8 points).

TABLEAU 3

EVOLUTION MOYENNE DE LA COMPOSITION BOTANIQUE
Evolution des Contributions Spécifiques en % de 1972 à 1977
sur 9 Stations permanentes (50 points quadrats par Station).

	3/7/1972	27/6/1973	3/8/1974	5/8/1976	8/7/1977
<u>Ligneuses de la lande</u>					
Calluna vulgaris	8,8	7,3	7,3	4,0	2,6
Genista pilosa	1,0	0,4	0,6	0,6	0,4
Vaccinium myrtillus	10,1	9,2	9,7	9,5	8,6
Vaccinium uliginosus	x	1,0	1,6	1,4	1,1
Total (1)	19,9	17,9	19,2	15,5	12,7
<u>Graminées de la lande</u>					
Nardus stricta	1,6	2,1	2,0	3,1	3,9
Festuca ovina	8,6	5,0	5,9	5,6	5,0
Anthoxanthum odoratum	0,2	0,6	1,4	0,4	0,6
Deschampsia flexuosa	13,3	12,6	11,5	10,1	7,5
Poa chaixii	5,6	4,4	4,0	4,9	3,9
Total (2)	29,3	24,7	25,6	24,1	20,9
<u>Mousses et lichens (3)</u>	4,5	2,9	3,2	3,2	3,2
<u>Graminées fourragères</u>					
Festuca rubra	4,7	5,9	5,7	7,4	8,3
Agrostis tenuis	6,1	6,5	7,2	7,2	7,3
Total (4)	10,8	12,4	12,9	14,6	15,6
<u>Diverses fourragères</u>					
Leontodon pyrenaicus	4,5	5,1	4,2	4,7	5,3
Polygonum bistorta	7,4	8,9	5,6	7,8	10,4
Meum Athamanticum	0,7	1,2	1,1	1,7	1,8
Potentilla recta	2,0	4,2	5,5	4,7	5,0
Total (5)	14,6	19,4	16,4	18,9	22,5
<u>Diverses peu fourragères</u>					
Galium hercynicum	7,8	9,8	10,5	11,0	11,7
Carex caryophylléa	5,3	3,7	4,1	5,3	3,7
Luzula campestris	1,1	0,9	1,1	1,1	2,0
Dianthus carthusianorum	1,8	1,4	1,4	1,1	0,7
Autres xx	4,9	6,9	5,6	5,2	7,0
Total	20,9	22,7	22,7	23,7	25,1
<u>Valeur pastorale</u>	10,8	10,7	10,9	11,5	11,3

(*) Comptée avec V. myrtillus en 1972

(**) 21 espèces dont aucune, sauf Anemone nemorosa n'a eu de C.S. supérieure à 1 %.

L'augmentation limitée des graminées fourragères explique en partie la faible amélioration de l'indice de valeur pastorale (V.P.) qui ne prend pas en compte la valeur fourragère d'espèces diverses comme le Dent de Lion, la Bistorte et la Potentille érigée.

Si l'on prend l'augmentation de ces espèces comme un critère d'évolution favorable, le groupe des espèces fourragères (Agrostis, Fétuque rouge et diverses fourragères) gagne 12,7 points.

L'amélioration est donc certaine, mais limitée pour deux raisons :

1 - les espèces de la lande résistent en partie à la pature et au piétinement : parmi les ligneux, la **Myrtille** reste assez peu affectée ; parmi les graminées de la lande, le **Nard** augmente de 1,6 à 3,9 points.

2 - les espèces fourragères et notamment les graminées prairiales tardent à se développer. Cela se traduit par une augmentation des espèces diverses peu fourragères comme le **Gaillet saxatile**.

2 - Evolution sur les différentes stations

a) Influence de l'état initial

L'amélioration moyenne de la composition botanique s'accompagne d'une homogénéisation dans la qualité des différents facies pastoraux. Les stations de lande à Callune et Myrtilles, initialement les plus pauvres s'améliorent plus que les stations de lande herbeuse ou de landes à Myrtille comme l'indiquent les chiffres suivants :

	Lande à Callune	Lande herbeuse	Lande à myrtilles
Nombre de stations	4	2	1
Espèces fourragères productives			
• C.S. 1972	14.6	31.7	26.9
• C.S. 1977	30.7	41.2	32.8
• Variation en %	+ 110 %	+ 30 %	+ 12 %
Valeur pastorale			
• V.P. 1972	7.2	11.9	12.3
• V.P. 1977	10.6	12.0	10.9
• Variation en %	+ 43 %	+ 1 %	— 11 %

Sur les landes à Callune et Myrtilles, on observe une forte diminution de la Callune avec une bonne résistance des Myrtilles ; les fourragères graminéennes et diverses y augmentent fortement. La lande à Myrtille évolue assez peu. Les landes herbeuses s'améliorent légèrement par accroissement des espèces fourragères productives mais le Nard peut augmenter de façon notable (figure 2).

b) Influence de la proximité du point d'eau

Sur les landes à ligneux, la baisse de la Callune est plus forte dans les stations situées à proximité du point d'eau que dans les stations éloignées. De même, les graminées de la lande diminuent plus fortement : — 42 % près du point d'eau et — 11 % seulement loin du point d'eau. Les graminées fourragères sont défavorisées par cette proximité : + 33 % loin du point d'eau et seulement 4 % près du point d'eau.

On retrouve sur les stations herbeuses une moindre compétitivité de l'ensemble des espèces fourragères dans la zone proche (+ 19 % contre + 40 % pour la zone éloignée). De plus, le Nard s'étend considérablement sur la station la plus proche, sa C.S. passant de 5,6 à 16,0 (+ 186 %).

En conclusion, si un piétinement plus intense est favorable à une disparition de la Callune, un excès de fréquentation par le troupeau se traduit aussi par des effets néfastes de surpâturage dans les conditions de chargements réalisés ici.

FIGURE 1

EFFECTIFS ET TEMPS DE SEJOUR DES TROUPEAUX SUR LES TROIS PARCELLES DE LANDE

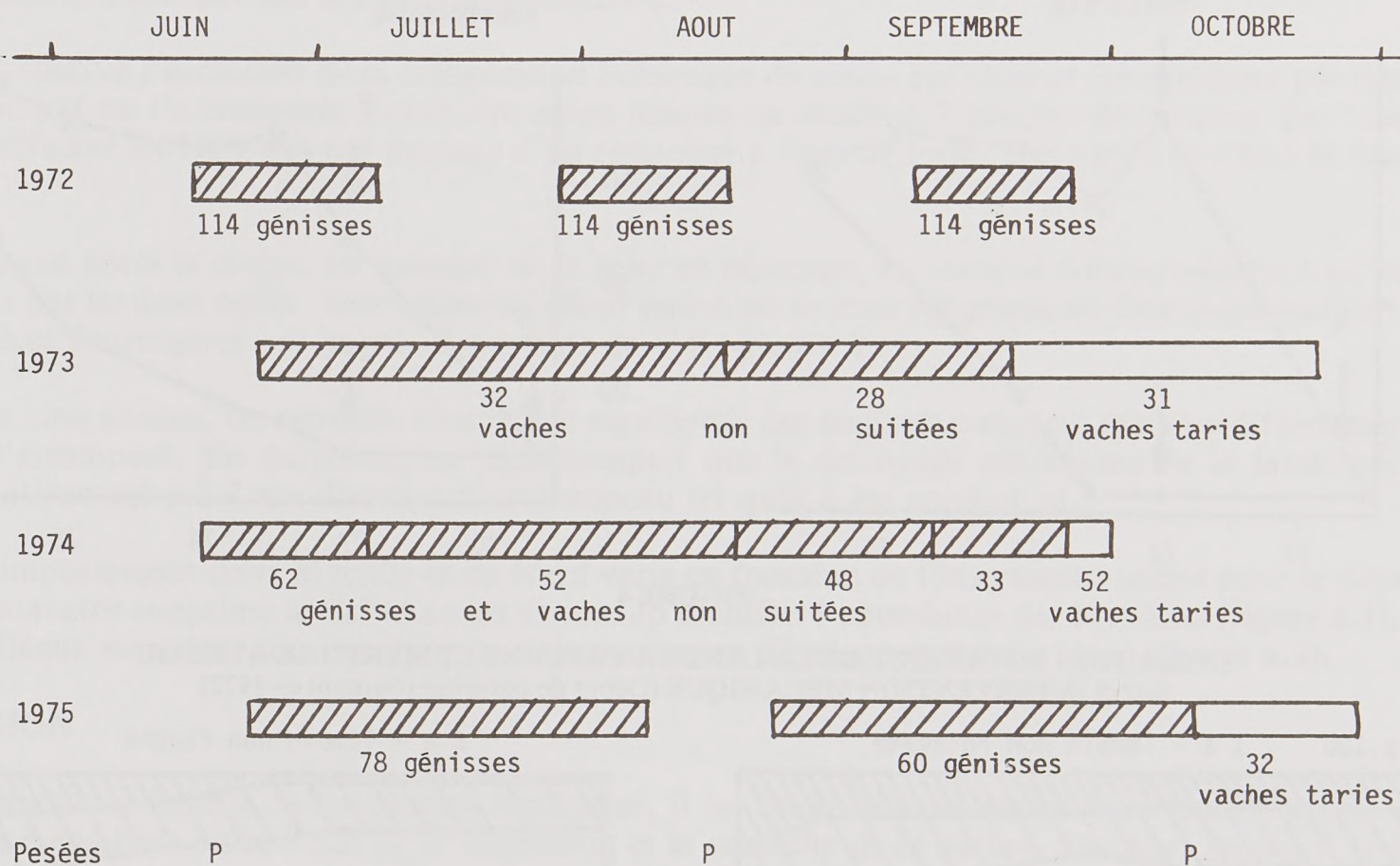


FIGURE 2

EVOLUTION COMPAREE DE TROIS TYPES DE PEUPELEMENTS (Stations proches du point d'eau)

1. Lande à callune - Myrtille
2. Lande à Myrtille
3. Lande herbeuse

C.S. p.100

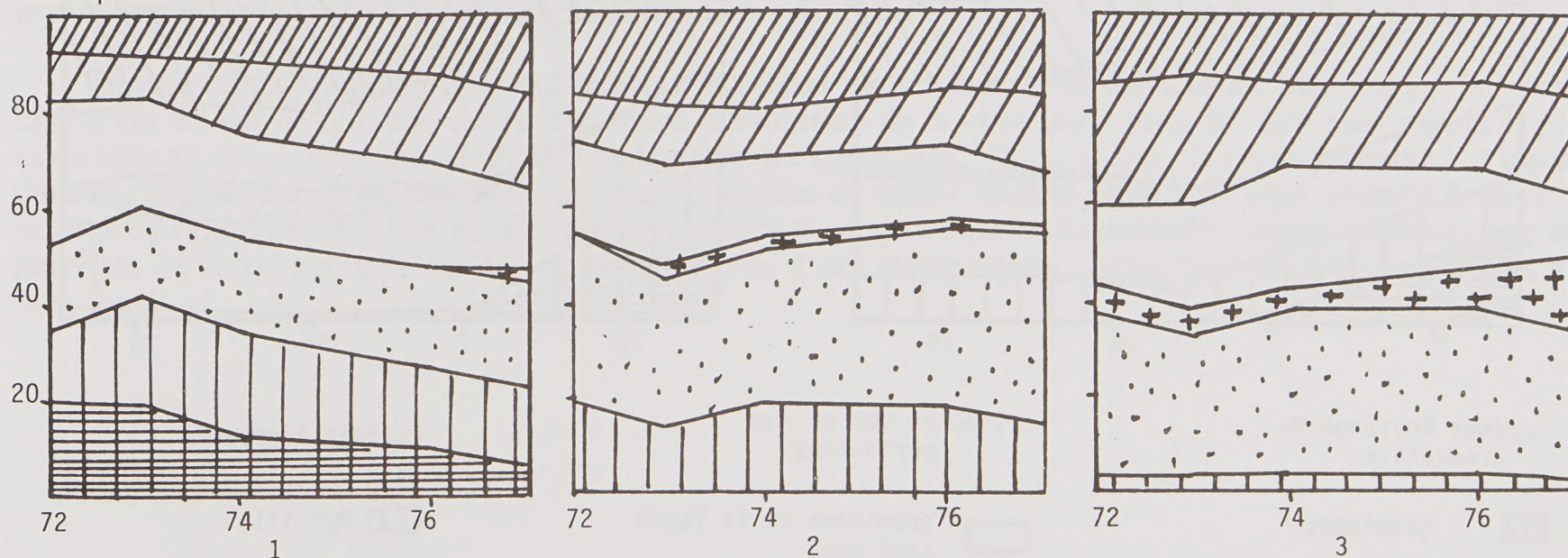


FIGURE 3

AMELIORATION DE LA LANDE EN PRESENCE OU EN ABSENCE D'INTERVENTION MECANIQUE

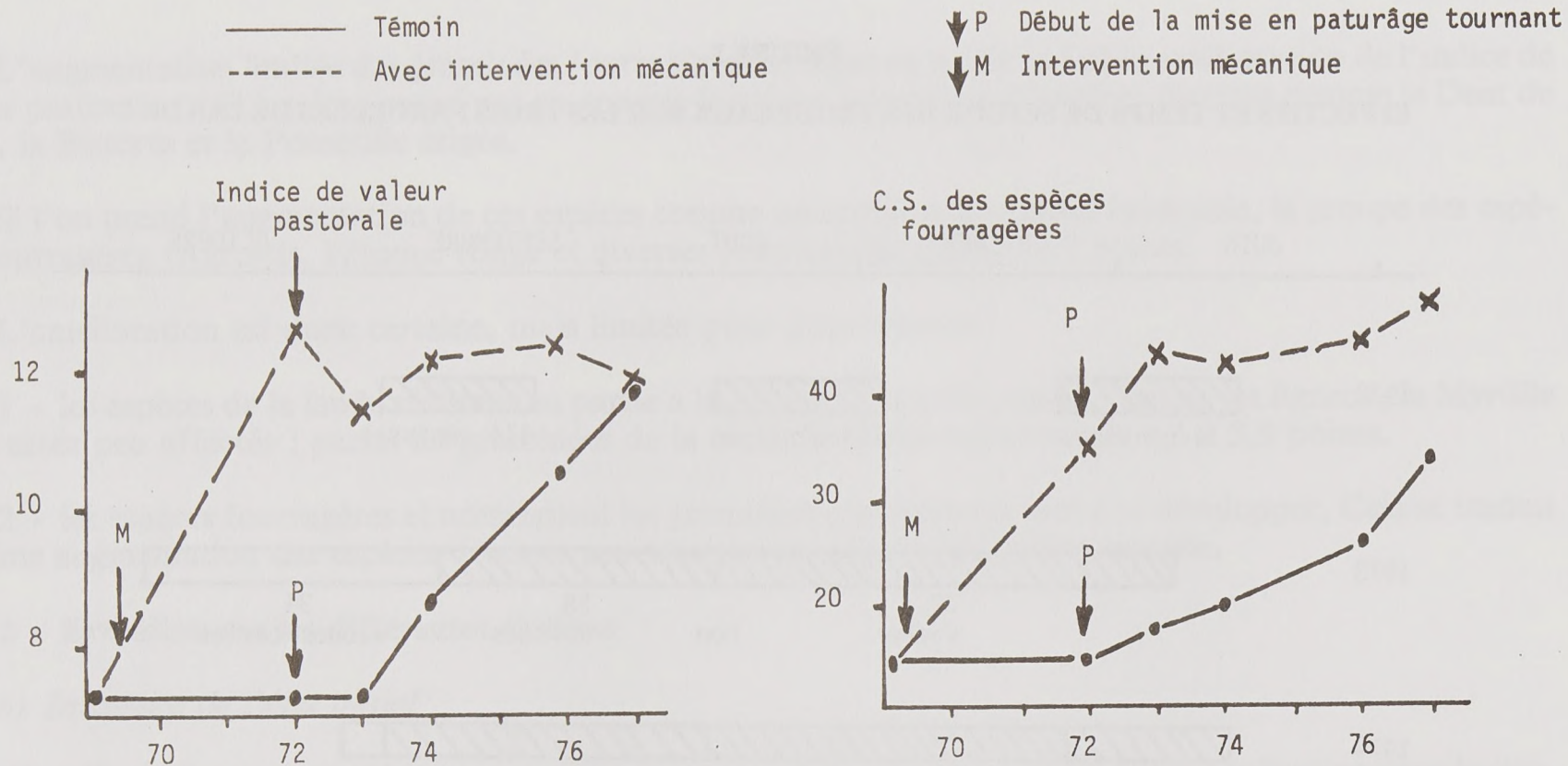
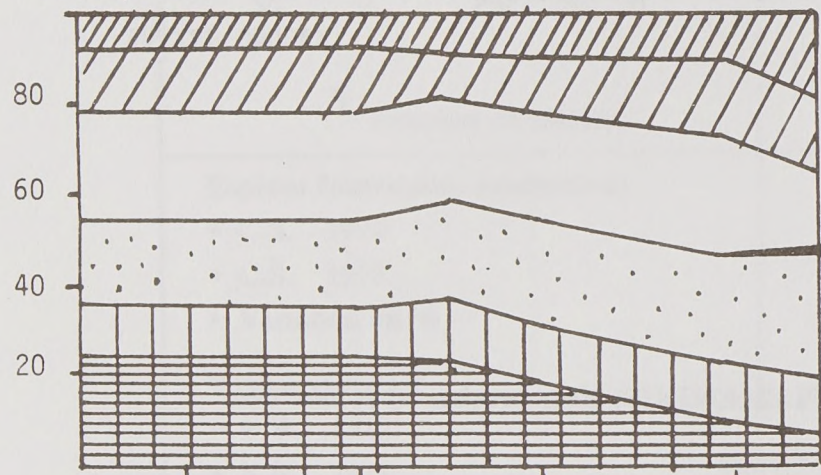


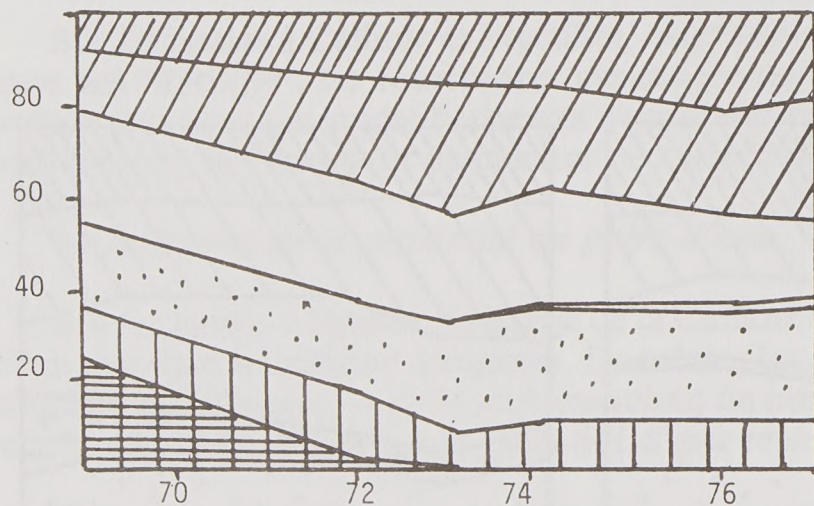
FIGURE 4

EVOLUTION BOTANIQUE DE LA LANDE A CALLUNE ET MYRTILLE AVEC OU SANS INTERVENTION MECANIQUE (Début du paturage tournant en 1972)

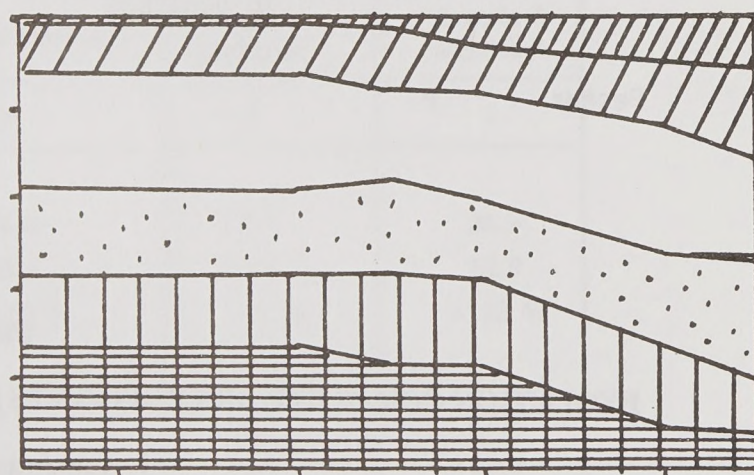
C.S. p.100 1 a - Témoin non rotavaté



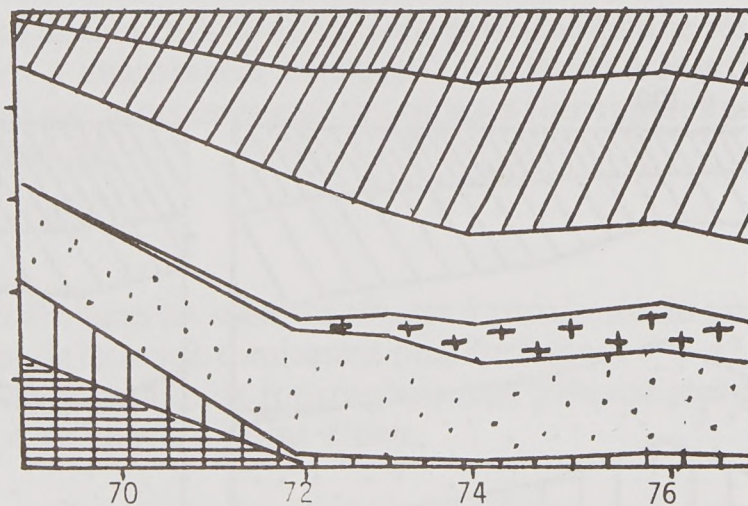
1 b - Rotavator en 1969



2 a - Témoin non fauché



2 b - Faucheuse à fléaux en 1969



Espèces fourragères productives

graminées
diverses

Espèces peu ou non fourragères

graminées de la lande sauf Nard
Nard
Diverses

Espèces ligneuses

Myrtille
Callune

c) Influence du nettoyage mécanique

Le pâturage suffit pour obtenir une régression de la Callune ou de la Canche flexueuse. Ce n'est pas le cas pour la Myrtille et le Nard. On peut se demander si une attaque mécanique ne favoriserait pas leur régression et leur remplacement par des graminées productives.

On a observé l'évolution de la composition botanique de zones qui avaient été nettoyées par des moyens mécaniques, et on l'a comparée à celle des zones témoin en étudiant 2 couples de stations. Le "nettoyage" avait été effectué en 1969 soit par passage d'un rotavator à fleur de terre, soit par la fauche à la faucheuse à fléaux.

Trois ans après la coupe, au moment de la mise en pâturage, les stations débroussaillées sont nettement améliorées par les deux outils : leur indice de valeur pastorale se situe 5,3 points au-dessus des stations témoins et les espèces fourragères ont gagné 21,4 points de C.S. (figure 3).

Après cinq années, on retrouve encore une supériorité des stations nettoyées mais les différences avec les témoins s'estompent. En moyenne, on peut compter que le nettoyage mécanique de la lande correspond approximativement à 5-7 ans d'action d'un troupeau tel qu'il a été conduit ici.

Le comportement de la Myrtille et du Nard varie en fonction de l'instrument utilisé pour le débroussaillage ; le rotavator supprime la Callune sans beaucoup modifier l'abondance des Myrtilles (figure 4.1). La faucheuse à fléaux supprime tous les ligneux mais permet un développement du Nard (figure 4.2).

DISCUSSION

A cause de la lenteur de l'évolution botanique, il est impossible de savoir dans quelle mesure on a pu atteindre un équilibre entre l'état de la végétation et la conduite de la pâture. De toute façon, il ne faut pas escompter à moyen terme une transformation de la lande en prairie à Fétuque rouge dans les conditions de conduite de la pâture réalisée.

Néanmoins, on voit se dessiner deux formes d'évolution de la végétation qui pourraient être des stades intermédiaires relativement stables. La première va **de la lande dense à Callune-Myrtille à la lande rase à Myrtilles** par disparition de la Callune et augmentation des espèces fourragères. L'indice de valeur pastorale passe alors de 7 à 10 environ. La deuxième forme d'évolution va **de la lande herbeuse à la Nardaie** par envahissement du Nard aux dépens des autres graminées de la lande, et par augmentation légère des fourragères productives. La valeur pastorale est stabilisée vers 12.

Il est possible par la fauche de nettoyage de provoquer un passage de la lande ligneuse à la Nardaie. Bien que la valeur pastorale de la Nardaie soit un peu plus élevée, il ne paraît pas opportun de favoriser son apparition. En effet, le refus du Nard risque de provoquer des envahissements croissants par cette espèce. Il deviendrait alors extrêmement difficile d'obtenir des stades d'amélioration plus poussés en cas de besoin. Il est donc préférable de garder la Myrtille comme compétiteur du Nard.

En revanche, il pourrait être souhaitable d'accélérer l'apparition de la lande rase à Myrtille par le rotavage à ras du sol de la lande dense. De même, l'évolution de la végétation pourrait être plus rapide et plus favorable en employant des chargements instantanés supérieurs. Dans ce cas, il serait nécessaire d'insérer dans la rotation du pâturage une ou plusieurs parcelles de bonne qualité capables à elles seules d'assurer un bon niveau de performances zootechniques. L'animal serait utilisé exclusivement comme améliorateur des parcelles de lande pendant des séjours très brefs et à des chargements instantanés toujours supérieurs à 6 têtes/ha.

CONCLUSION

Des bovins de plus de 30 mois fournissent des résultats zootechniques acceptables sur les landes d'altitude non fertilisées conduites en pâturage tournant à des chargements de l'ordre de 1 tête de 550 kg/ha et avec des périodes de séjour correspondant à plus des 2/3 de la saison d'estive.

Ce mode d'exploitation provoque à terme une amélioration modérée de la végétation et peut s'insérer dans une stratégie tous azimuts de reconquête des landes d'altitude comprenant les objectifs suivants :

- perpétuation d'un élevage d'animaux rustiques sur des végétations pâturables mais restant de composition botanique médiocre,
- phase préparatoire de remise en pâture avant des améliorations plus poussées,
- régénération des landes à Myrtilles envahies par la Callune pour la cueillette et pour l'entretien du paysage.

LE DIAGNOSTIC DES CARENCES EN OLIGOELEMENTS :

L'ANALYSE DU SOL OU DE LA PLANTE ? *

M. LAMAND

Laboratoire des Maladies Nutritionnelles

Toute erreur alimentaire conduit à des chutes de productivité (lait, viande, laine...) qui sont rigoureusement non spécifiques. Il y a donc lieu le plus souvent de vérifier toute la ration et d'organiser aussi complètement que possible la suite des démarches pour conduire au diagnostic éventuel des carences en oligoéléments.

I - LE DIAGNOSTIC CLINIQUE

Il est en général possible, plus ou moins facilement, d'arriver à une suspicion de carence. L'examen clinique est cependant rigoureusement indispensable pour l'organisation du diagnostic analytique à demander au laboratoire. Les principaux symptômes sont rappelés dans le tableau 1.

Les carences en oligoéléments provoquent toute une chute de productivité : déficit de croissance ou d'engraissement, chute de production laitière et infécondité.

La carence en fer est caractérisée par l'anémie et une certaine inappétence. Elle se rencontre uniquement chez les jeunes élevés au lait, les fourrages apportant suffisamment de fer aux autres animaux.

Pour le cuivre, les symptômes les plus visibles sont les changements de coloration du pelage et les troubles cardiaques en série avec leurs conséquences : congestions mammaires ou pulmonaires. L'essoufflement à l'effort accompagne habituellement les troubles cardiaques. L'inappétence apparaît surtout pour les fourrages alors que les concentrés peuvent être acceptés, du moins au début de la carence.

L'élargissement des tables articulaires n'est pas spécifique et se rencontre aussi bien avec les carences en cuivre, zinc ou manganèse.

L'anémie persistant après un traitement par le fer, peut être attribuée à la carence en cuivre.

La carence en cobalt est caractérisée par la maigreur et le poil piqué, alors que la ration paraît convenable en quantité et qualité. L'inappétence s'aggrave progressivement. La diarrhée est en général due à un déséquilibre de la flore digestive associé à une surinfestation parasitaire.

Le goître de la carence en iode est assez difficile à déceler. Eventuellement, il peut être mis en évidence par la palpation comparée avec des animaux supposés sains.

Le jarret droit entraîné par la carence en manganèse se rencontre sur sols calcaires ou avec des légumineuses. Il a une évolution peu douloureuse.

* Conférence donnée à SEES le 12 septembre 1978 : La complémentarité minérale et vitaminique des bovins - E.D.E. de l'Orne.

TABLEAU 1

SYMPTOMES DES CARENCES EN OLIGO-ELEMENTS CHEZ LES RUMINANTS														
	FER		CUIVRE		COBALT		IODE		MANGANÈSE		ZINC		SELENIUM	
	A*	J*	A*	J*	A*	J*	A*	J*	A*	J*	A*	J*	A*	J*
DEFICIT DE CROISSANCE OU D'ENGRAISSEMENT		●	●	●	●	●		●	●	●	●	●		
CHUTE PRODUCTION DU LAIT			●		●		●				●			
INAPPETENCE		●	●	●	●	●	●	●			●	●		
PICA			●	●	●	●								
CACHEXIE			●	●	★	★					●	●		
ANEMIE		●	●	●	●	●								
DEFAUT D'APLOMB			●	●					★	★	●	●		
FRACTURES SPONTANÉES			●	●										
BOITERIE			●	●					●	●	●	●		●
TROUBLES CARDIAQUES			★	★										●
DYSPNEE			●	●										●
DIARRHÉE			●		●	●								
DECOLORATION DES POILS			★	★										
POILS PIQUES			●	●	★	★		●			●	●		
PELADE								●			★	★		
DERMITES											★	★		
GOITRE							★	★						
INFECONDITES			●		●		●		●		●			
DEFORMATION DES SABOTS											●	●		
DEGENERESCENCE MUSCULAIRE														★

* A = Adultes J = Jeunes ★ Symptômes les plus spécifiques

La carence en zinc est caractérisée par une pelade et une dermite sans démangeaison. Les dépilations sont irrégulières, la peau est épaisse ou irritée. Les érosions cutanées ou les plaies ne guérissent pas. La carence débute souvent chez les jeunes par une inappétence brutale, s'accompagnant d'un arrêt de croissance également brutal.

La myopathie rencontrée dans les élevages est le plus souvent due à une carence en sélénium. La carence en vitamine E semble rare. La dégénérescence musculaire provoque des boiteries (raideur, voussure du dos), de la dyspnée et des dégénérescences cardiaques souvent mortelles.

II - LES POSSIBILITES ET LES LIMITES DE L'ANALYSE DE SOL (PERIGAUD, 1971)

A - CONSIDERATIONS INHERENTES AU SOL

La teneur d'un échantillon de sol en tel oligoélément total est une donnée difficile à interpréter car :

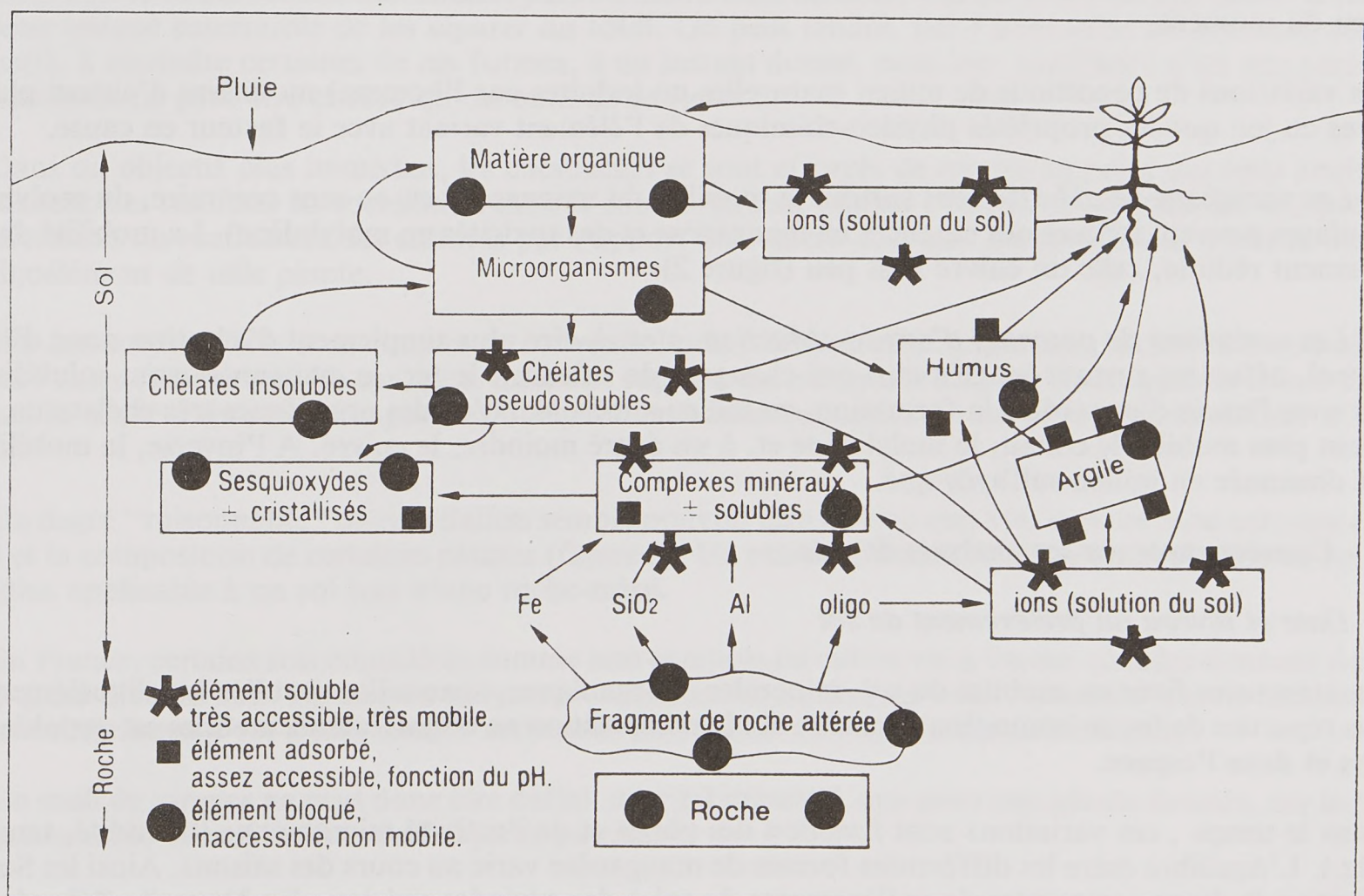
- 1 - La plante, quelle qu'elle soit, ne peut absorber qu'une fraction de ce total, la plus grande partie restant sous des formes "inassimilables" par elle ;
- 2 - Le système racinaire de la plante occupe un volume de sol important mal défini et dont la constitution physique et chimique n'est pas homogène.

1 - Les formes d'oligoéléments mobiles et accessibles à la végétation

Les différentes formes que revêtent les oligoéléments dans le sol sont étroitement liées à celles d'autres constituants issus de l'altération de la roche au cours de la pédogénèse. La figure 1 représente les processus mis en jeu au cours de cette altération :

FIGURE 1

DYNAMIQUE DES OLIGO-ELEMENTS DANS LES SOLS



a) *La roche* est soumise à des phénomènes de désagrégation mécanique, de dissolution, d'hydratation, d'hydrolyse, etc... qui conduisent à la transformation progressive des minéraux primaires constitutifs, avec :

- modification de certaines macrostructures cristallines rigides (mica, feldspath) en microstructures gonflantes à grande surface d'adsorption, les argiles (d'altération) ;

- libération dans la phase aqueuse du sol des éléments chimiques constitutifs des minéraux primaires et secondaires (silice, fer, aluminium, manganèse, alcalins, alcalinoterreux et oligoéléments) ;

- formation d'hydroxydes complexes de fer et d'alumine plus ou moins hydratés, à grande surface d'adsorption, et qui se transforment peu à peu en oxydes, incluant les ions précédemment adsorbés ;

- formation de complexes pseudosolubles ferri-alumino-siliciques qui précipitent ou se dissocient selon les conditions de concentration et de pH dans le sol.

b) Parallèlement *la matière organique* du sol, en provenance des débris animaux, végétaux et microbiens accumulés en surface, est dégradée et est à l'origine de deux nouveaux constituants fondamentaux :

- les colloïdes humiques, à très forte électronégativité ;

- certains acides organiques à propriétés chélatantes vis-à-vis des éléments chimiques.

c) *Le sol* est donc un milieu chimiquement complexe dans lequel les structures cristallines inertes de la roche-mère sont remplacées par de nouvelles dont certaines sont particulièrement "actives".

2 - Facteurs modifiant l'équilibre des oligoéléments

Lorsque la solution du sol tend à s'appauvrir - soit par lessivage des pluies, soit par absorption des plantes - des désorptions et des dissolutions tendent à rétablir l'équilibre, mais il y a toujours compétition entre les besoins des plantes et les micro-organismes du sol. L'équilibre, à un instant donné, est, pour chaque élément, le résultat de réactions simultanées plus ou moins compétitives, spécifiques de cet élément dans les conditions de milieu du moment.

Les variations de conditions de milieu (naturelles ou induites par l'homme) modifient d'autant plus les équilibres en jeu que les propriétés physico-chimiques de l'élément varient avec le facteur en cause.

a) *Les variations de pH* affectent surtout la mobilité du manganèse et, en sens contraire, du molybdène (les chaulages peuvent induire des carences en manganèse et des toxicités en molybdène). La mobilité du zinc est également réduite, celle du cuivre l'est peu (figure 2).

b) *Les variations de potentiel d'oxydo-réduction*, c'est-à-dire plus simplement d'aération donc d'humidité du sol, affectent surtout les éléments qui changent de valence : le fer, le manganèse sont solubilisés et migrent sous l'excès d'eau. Mais la formation, en milieu anaérobie, d'acides organiques très chélatants, rend également plus mobiles le cobalt, le molybdène et, à un degré moindre, le cuivre. A l'inverse, la mobilité du zinc est diminuée en milieu sulfhydrique.

3 - Conséquences sur les analyses de sols

a) *Date et niveau du prélèvement de sol*

Les structures fixes ou mobiles du sol, minérales et organiques, auxquelles sont liés les oligoéléments ne sont pas réparties de façon homogène dans un sol : **la composition en oligoéléments mobiles est variable dans le temps et dans l'espace.**

Dans le temps, ces variations sont fonction des pluies et de l'activité microbienne (humidité, température, etc.). L'équilibre entre les différentes formes de manganèse varie au cours des saisons. Ainsi les Soviétiques limitent-ils leurs campagnes de prélèvements de sol à des périodes précises. En Nouvelle-Zélande, certains auteurs éliminent la couche superficielle humifère, biologiquement la plus active, donc la plus variable.

Dans l'espace, les teneurs en oligoéléments (totaux ou "extractibles") peuvent varier beaucoup d'un point à un autre d'une même parcelle, apparemment homogène, le coefficient de variation, de 15 à 40 %, dépendant de l'élément et du type de sol. De même, les teneurs peuvent varier considérablement, le long d'une même verticale, d'un horizon à l'autre du profil, à quelques centimètres de distance (tableau 2).

TABLEAU 2
VARIATIONS DES TENEURS EN CUIVRE DU SOL AVEC LA PROFONDEUR

Horizon	Profondeur en cm	Cu total p.p.m.	Cu extract. p.p.m.
A ¹	0 à 10	7,5	0,4
(B) C	10 à 40	26	0,17
C	40 à 80	17,3	0,07
Granite altéré	100	3	0,4

En conséquence, l'interprétation d'analyse de prélèvements arbitraires de la "couche arable" ne peut donc qu'être très aléatoire. Par ailleurs, en sol pauvre, le sous-sol semble pouvoir contribuer à l'alimentation des plantes si l'horizon d'accumulation argileuse (enrichi) est atteint par les racines.

b) *Analyse et interprétation* - L'analyse d'un oligoélément dit "total" d'un échantillon de sol ne fournit que la réserve en cet oligoélément ; mais une fraction seulement de cette réserve, on l'a vu, participe aux échanges à court terme susceptibles d'être utilisés par la plante.

La diversité de ces formes accessibles, plus ou moins bien définies, fait *qu'il ne peut pas exister d'extractif chimique unique* susceptible de les séparer du total. On peut tendre, par l'utilisation de *plusieurs extractifs successifs*, à atteindre certaines de ces formes, à un instant donné, mais leur spécificité n'est pas parfaite, et cette méthode ne peut être encore qu'un outil de recherche.

Dans un objectif plus immédiat, les chercheurs se sont efforcés de mettre au point des tests analytiques qui donnent des résultats en corrélation avec le comportement végétal : soit la disparition des symptômes et l'amélioration du rendement des cultures par l'apport du "micro-engrais" correspondant ; soit la teneur en cet oligoélément de telle plante.

Les extractifs utilisés sont simples et conventionnels ; ils sont très nombreux, variables avec l'oligoélément et l'auteur. Dans tous les cas, cette méthode suppose un très grand nombre d'analyses de sols et de plantes dans le cadre d'un réseau important d'expérimentations culturales ou de prélèvements définis d'espèces précises.

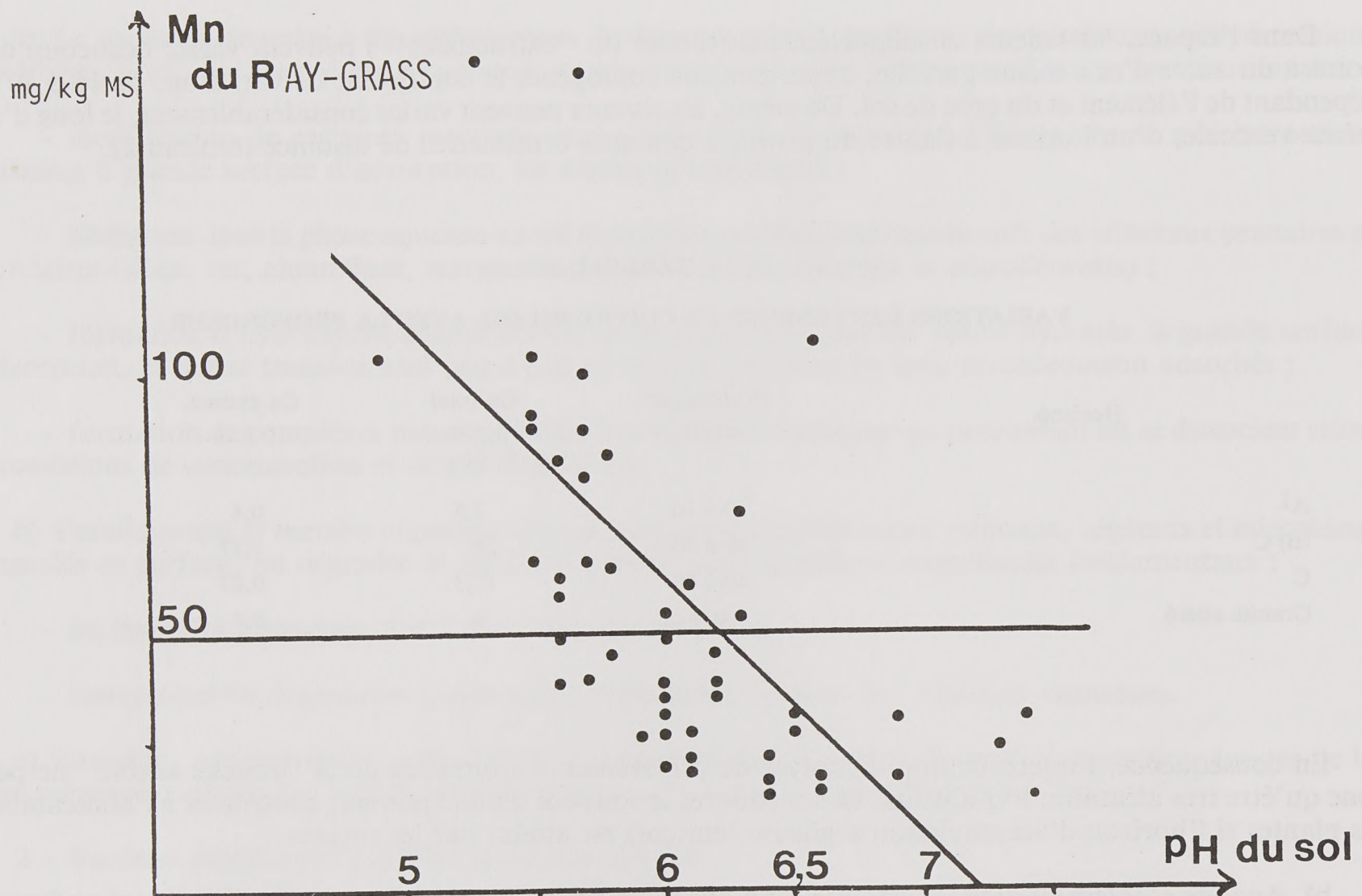
Un degré "raisonnable" de corrélation semble pouvoir être obtenu entre les teneurs dans certains extraits de sol et la composition de certaines plantes (figure 3). Un extractif donné, valable pour un type de sol défini n'est plus applicable à un sol issu d'une roche-mère.

En France, certains sols considérés comme non carencés en cuivre vis-à-vis des céréales donnent des foins de ray-grass d'Italie dont les teneurs moyennes, supérieures à celles sur sols "carencés", sont néanmoins de 4,6 ppm seulement, c'est-à-dire encore nettement en dessous du seuil de carence animale.

Un seuil de carence ne peut donc être défini, avec tel extractif, que pour une plante donnée, sur le type de sol expérimenté, et en fonction de l'objectif poursuivi.

FIGURE 2

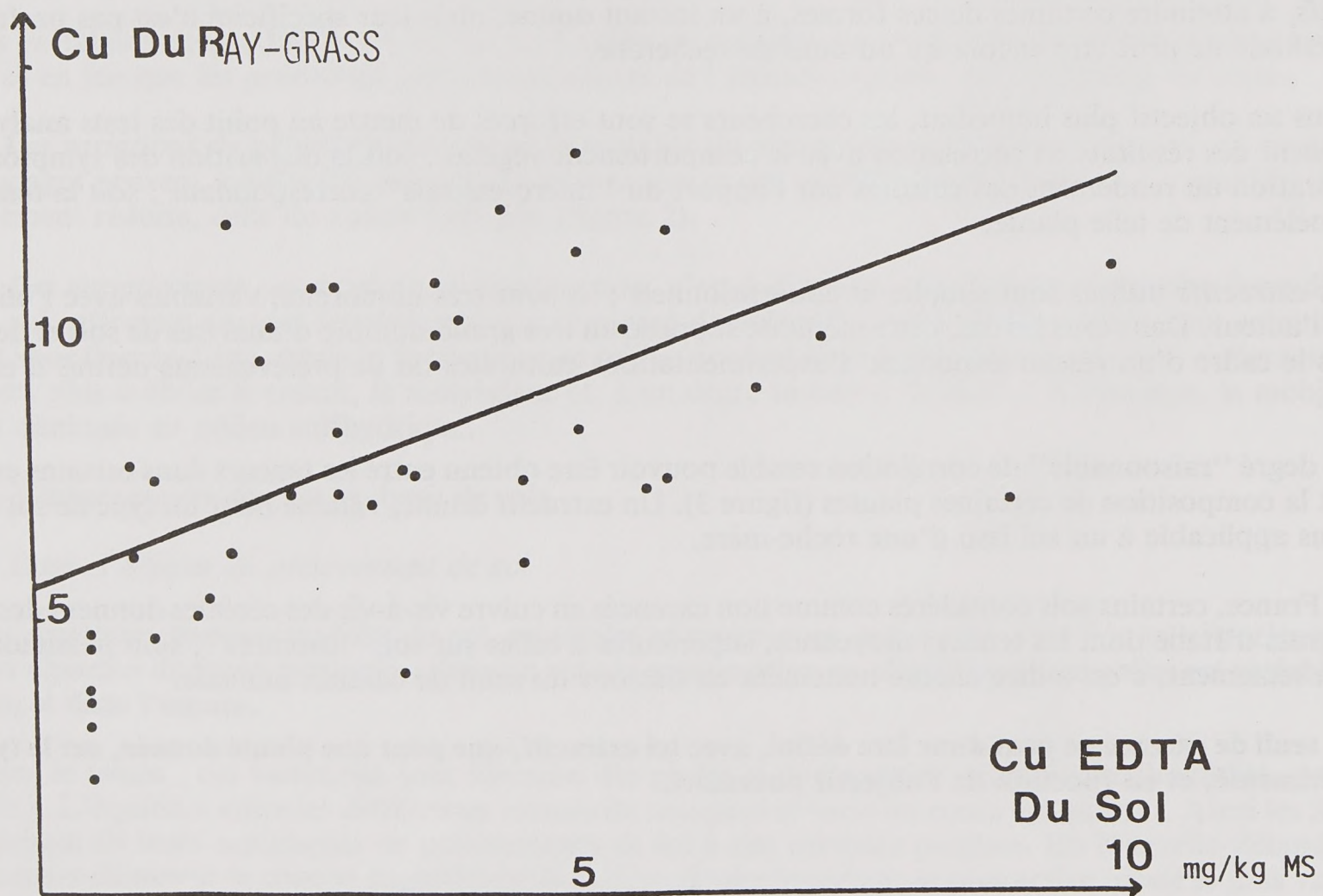
RELATION ENTRE LE PH DU SOL ET LA TENEUR EN MANGANESE DU RAY GRASS



COPPENET 1978

FIGURE 3

RELATION ENTRE LA TENEUR EN CUIVRE DU SOL ET CELLE DU RAY-GRASS



COPPENET 1978

B - CONSIDERATIONS INHERENTES A LA PLANTE (PERIGAUD et al, 1972)

Les teneurs en oligoéléments sont variables d'une espèce fourragère à l'autre (figure 4).

Les légumineuses provenant d'un même site sont plus riches en cuivre que les graminées, mais plus pauvres en zinc et manganèse.

Les plantes à rosettes (pissenlits, plantains) sont particulièrement riches en oligoéléments.

Le tableau 3 résume l'influence des différents facteurs susceptibles de modifier les teneurs des fourrages (PERIGAUD, 1975).

TABLEAU 3

	Ecart maxima observés (1)			
	Cu	Mn	Zn	Mo
1°) Facteurs liés à la plante :				
a) Espèce et variété	100-250	100-1 000	100-160	100-900
b) Stade herbacé (= indice 100) à la floraison	35-43	35-50	40-50	30-80
c) N° du cycle : du 1 ^{er} (indice 100) au dernier; indice mini et maxi	110-320	110-200	100-120	100-600
2°) Facteurs externes :				
a) Site (sol, climat)	100-200	100-500	100-200	100-1 000
b) Année	100-120	100-500	100-120	100-220
3°) Facteurs culturaux :				
a) Amendements de O Ca (indice 100) à + Ca	60-100	25-100	50-100	100-200
b) Fumure azotée de O N (indice 100) à + N	70-300	45-330	70-200	10-260
c) Fumure phosphatée de O P ₂ O ₅ (indice 100) à + P ₂ O ₅	90-100	100-150	80-100	70-200

(1) D'après S. PERIGAUD (1975). L'influence des différents facteurs de variation est exprimée en %. La variation peut être une augmentation (supérieure à 100 %) ou une diminution (inférieure à 100 %).

En conclusion, l'analyse de la teneur totale en oligoéléments du sol n'a pas d'intérêt puisque seuls les éléments "assimilables seront captées par la plante".

L'approche consistant à doser les oligoéléments extractibles par tel ou tel type d'extractif a un intérêt limité car les résultats obtenus ne sont pas généralisables. Par ailleurs pour un sol donné ces éléments sont variables dans le temps et dans l'espace.

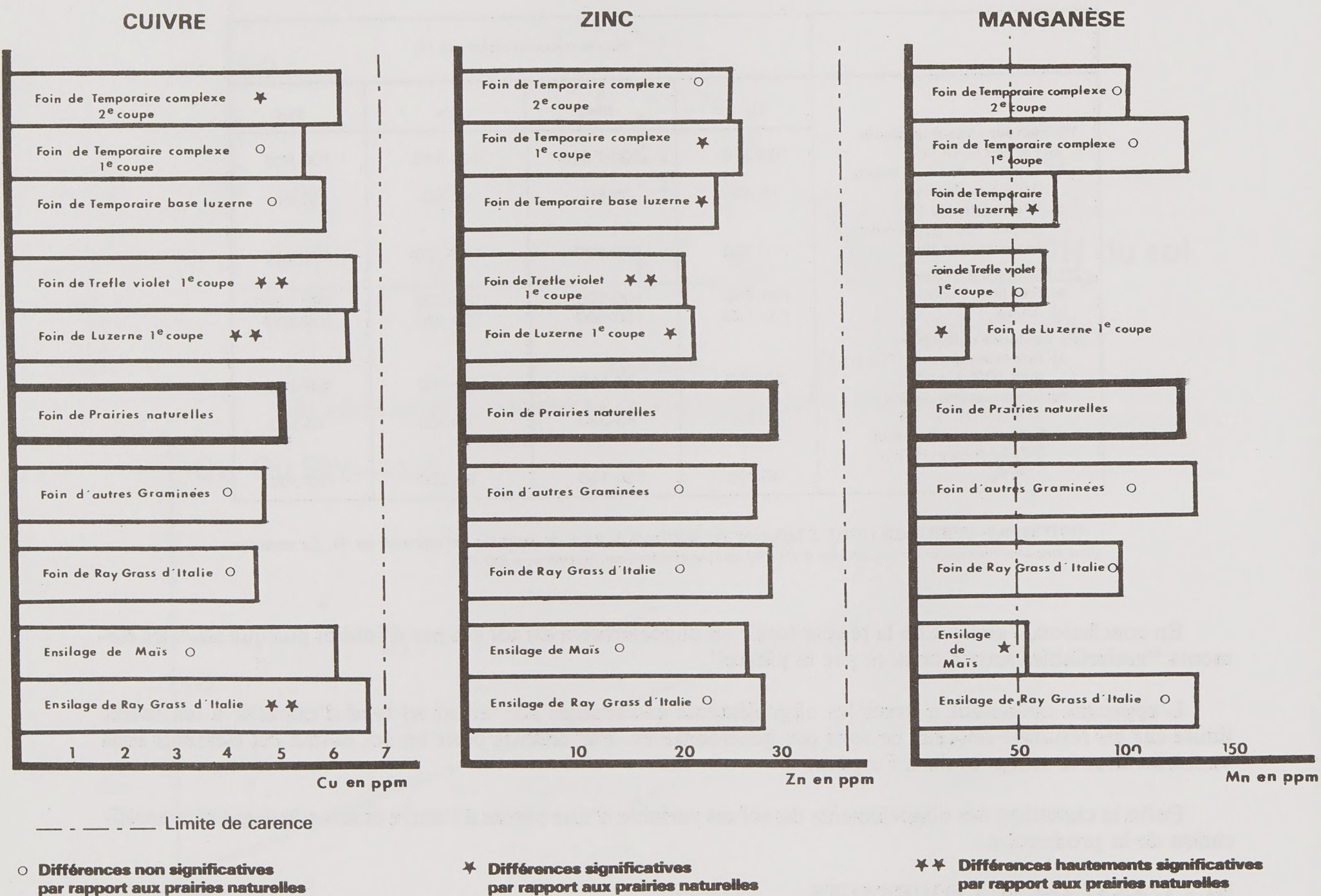
Enfin la captation des oligoéléments du sol est variable d'une plante à l'autre et selon le degré d'intensification de la production.

III - L'ANALYSE DES FOURRAGES

Elle fournit un excellent reflet des oligoéléments ingérés par les animaux. Elle constitue un moyen de détecter les **carences primaires** ou carences d'apport. Par ailleurs le nombre des constituants de la ration est en général limité. On peut donc pour un prix relativement modéré obtenir des résultats analytiques qui pourront être rentabilisés.

FIGURE 4

TENEURS RELATIVES EN Cu, Zn, Mn DE DIFFERENTS TYPES DE FOURRAGES



1 - Le bilan des éléments ingérés

Le calcul du bilan des ingestions d'oligoéléments doit bien entendu tenir compte du complément minéral si il existe et de sa formulation qui peut être obtenue du fabricant ou par analyse.

Le cuivre, le manganèse et le zinc sont facilement analysés en routine. Le cobalt, le sélénium et l'iode (prochainement) sont également analysés pour un coût un peu supérieur. L'analyse des éléments de la ration constitue le seul moyen de détecter une carence en manganèse ou en cobalt. Il n'existe pas de bon témoin de ces carences dans les prélèvements d'origine animale.

La qualité du résultat analytique dépend étroitement de la qualité du prélèvement, c'est-à-dire de l'absence de contamination et de sa représentativité.

2 - L'interprétation des résultats

Les teneurs fournies par l'analyse sont des teneurs totales. Elles comprennent donc les éventuelles contaminations. Comparés aux besoins, les résultats analytiques permettent de juger les carences primaires ou carences d'apport.

Cependant l'analyse des fourrages ne permet pas de quantifier les **carences secondaires** ou induites par telle ou telle interférence. Ces carences sont provoquées par un apport d'oligoélément normal mais une digestibilité ou un métabolisme anormal de l'élément (LAMAND, 1978).

Le molybdène diminue l'utilisation cellulaire du cuivre à partir de 3 mg Mo/kg M.S. Le calcium ajouté en excès à la ration est susceptible de diminuer la digestibilité du cuivre, du zinc, du manganèse. Néanmoins, le calcium des légumineuses ne provoque pas de diminution de la digestibilité des oligoéléments de ce fourrage.

Le soufre interfère d'autant plus avec la digestibilité du cuivre, du zinc et du manganèse qu'il est présent en excès et est gaspillé sous forme de sulfures dans le rumen. L'utilisation de mélanges urée-soufre-minéraux amène donc à remonter les apports de cuivre, zinc et manganèse en tenant compte de la diminution de digestibilité observée et pour conserver la même marge de sécurité qu'avec les apports recommandés pour une ration sans interférence.

L'accélération de la vitesse du transit intestinal, observée avec un aliment broyé ou une herbe jeune, provoque une diminution de la digestibilité du cuivre, du zinc et du manganèse. La digestibilité globale du fourrage conditionne la digestibilité du cuivre et du zinc de ce fourrage, alors que dans ce cas la seule teneur en manganèse influe sur la digestibilité de cet élément.

La contamination de l'aliment par la terre provoque une augmentation des teneurs en cuivre, zinc et manganèse. Néanmoins elle diminue l'absorbabilité de ces oligoéléments très fortement.

IV - CONCLUSION

L'analyse du sol n'a pas d'intérêt pour la détection des carences chez les animaux. La liaison entre la teneur du sol et des plantes ne répond pas à une loi simple et un grand nombre de facteurs propres au sol ou à la plante provoquent des modifications de la teneur des fourrages. De telles analyses n'auraient d'intérêt que pour expliquer des carences végétales.

En revanche l'analyse des fourrages destinés aux animaux est rentable. Elle ne permet toutefois que le diagnostic des carences primaires. Eventuellement il y a lieu d'estimer d'après les commémoratifs les interférences inhérentes à la ration pour introduire un terme correctif à l'interprétation des résultats.

NOTA

Ce texte est un condensé de plusieurs publications, les références renvoient donc à ces textes plus développés et comportant les références complètes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

COPPENET M., 1978. Communication personnelle.

LAMAND M., 1978. Les oligoéléments In "La vache laitière", INRA éd. Versailles.

PERIGAUD S., 1971. Liaisons carentielles entre sols végétaux et animaux. Ann. Nutr. Alim. **25**, B 327 - B 378.

PERIGAUD S., BELLANGER J., LAMAND M., 1972. Les oligoéléments dans les foin en France. Fourrages n° 52.

PERIGAUD S., 1975. Variations de composition en oligoéléments des fourrages. C.R. Congrès Les Minéraux et les Vitamines Tome 1 p. 143-153. Le Point Vétérinaire éd. Paris.

ETUDE D'UN REGIME COMPLET RICHE EN ALIMENT CONCENTRE POUR VACHES LAITIERES FORTES PRODUCTRICES

B. REMOND, B.R. PATIL *, M. JOURNET

*avec la collaboration de Jeanne FLECHET, B. MARQUIS et A. OLLIER
Laboratoire de la Production Laitière*

Dans les régimes pour vaches laitières utilisés en France, la proportion d'aliment concentré dans la ration est presque toujours inférieure à 50 % (sur la base de la matière sèche), même au début de la lactation, en particulier pour des raisons économiques. Il peut néanmoins arriver qu'une insuffisance de disponibilité en bons fourrages, comme ce fût notamment le cas pendant la sécheresse de l'été de 1976, oblige à une distribution importante d'aliment concentré, surtout aux animaux forts producteurs. Nous avons alors proposé, sur la base essentiellement de résultats bibliographiques étrangers, un certain nombre de précautions à respecter pour que l'utilisation de tels régimes ne perturbe ni la production ni la santé des animaux : mélange du concentré et du fourrage, augmentation du nombre de distributions du concentré, broyage grossier du concentré, substitution partielle des pulpes de betteraves aux céréales, addition de substances tampons (ANDRIEU et al., 1976).

Dans cet essai, effectué avec des vaches fortes productrices en début de lactation, nous avons voulu mettre en œuvre ces différentes techniques dans une ration complète constituée de 70 % d'aliment concentré et 30 % d'ensilage d'herbe, et mesurer leur intérêt par les performances des animaux et certains paramètres de la digestion.

CONDITIONS EXPERIMENTALES

1 - Essai d'alimentation

Onze vaches (dont 4 Holstein et 5 Holstein x Frisonne), en stabulation entravée, dont les numéros de lactation étaient compris entre 2 et 11 (4,6 en moyenne), ont été utilisées pour réaliser cet essai d'une durée de 10 semaines.

Le régime était un mélange d'aliments qui comprenait : 1/ de l'ensilage d'herbe de prairie naturelle à brins demi-longs, conservé avec de l'acide formique ; 2/ un aliment concentré de type production, sous forme broyée, comportant une grande variété de constituants et notamment des pulpes déshydratées (18,9 %) et du bicarbonate de sodium (1,3 %). Les céréales qui entraient dans la composition de cet aliment avaient été grossièrement broyées puisque 26 % des particules du concentré (en poids %) étaient retenues sur le tamis dont les mailles avaient 1,25 mm de côté ; 3/ du tourteau de soja colza (50/50) tanné distribué à raison de 0,5 kg par jour pendant les deux dernières semaines de gestation, et en quantité suffisante pour couvrir les besoins azotés après le vêlage. La composition chimique et les valeurs énergétiques et azotées des différents aliments sont portées dans le **tableau 1**.

* adresse actuelle : B.A.I.F., Uruli-Kanchan, district de Poona, Maharashtra, Inde.

TABLEAU 1

COMPOSITION CHIMIQUE ET VALEURS ENERGETIQUE ET AZOTEES DES ALIMENTS

- (1) Composition : pulpes : 18,9 %, blé : 23,5 %, orge : 23,5 %, maïs : 16,0 %, tourteau de soja 50 : 15,2 %, bicarbonate de sodium : 1,3 %, carbonate de calcium : 1,0 %, phosphate bicalcique : 0,6 %.
- (2) Utilisé pendant une période avec les vaches fistulées - même composition que le concentré précédent, avec les différences suivantes : pulpes : 19,5 %, bicarbonate de sodium : 0 %, sel : 0,7 %.
- (3) D'après les tables publiées dans : INRA (1978) avec une correction pour tenir compte des teneurs en matières azotées totales mesurées ou, pour le lactosérum, d'après les valeurs proposées par THIVEND (1978).

	Matière sèche p. 100	Matières minérales	Cellulose brute	Matières azotées totales (Nx6,25)	UFL (3)	PDIN (3)	PDIE (3)
		p.100 de la matière sèche			par kg de matière sèche		
Ensilage d'herbe	16,8	8,4	35,4	14,6	0,75	85	71
Aliment concentré (1)	89,3	5,8	6,8	18,6	1,13	130	135
Aliment concentré (2)	88,7	5,4	7,0	19,0	-	-	-
Tourteaux tannés (1/2 soja-1/2colza)	88,8	7,8	7,7	45,8	1,07	356	350
Lactosérum	5,3	-	-	-	1,08	72	62

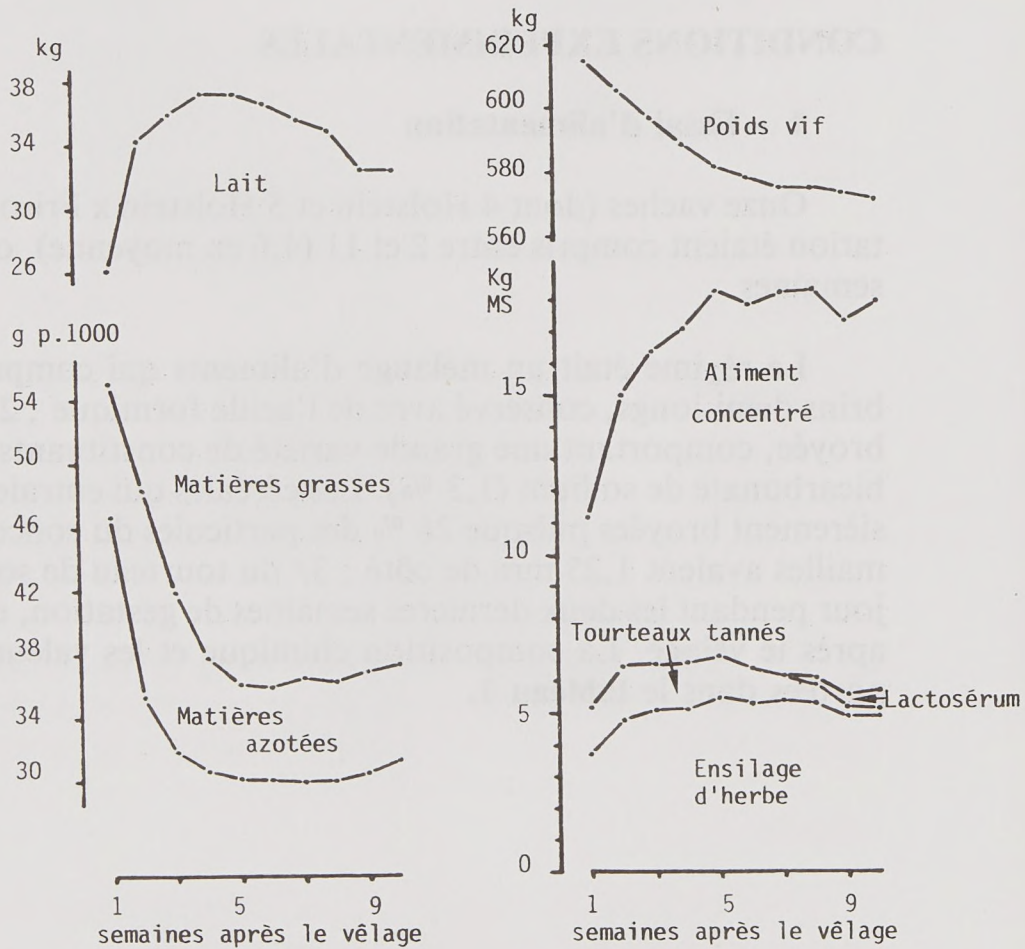
TABLEAU 2

PRODUCTION LAITIERE, QUANTITES INGEREES ET POIDS VIF (Moyenne de 11 vaches pendant les 10 premières semaines de lactation)

PRODUCTION LAITIERE	
Lait (kg/j)	34,2
Matières grasses (kg/j)	1,36
Matières azotées (kg/j)	1,10
Lait à 4 % M.G. (kg/j)	34,0
Taux de matières grasses (g p.1000)	39,7
Taux de matières azotées (g p.1000)	32,2
QUANTITES INGEREES	
Ensilage d'herbe (kg M.S./j)	5,01
Aliment concentré (kg M.S./j)	10,61
Tourteaux tannés (kg M.S./j)	1,02
Lactosérum (kg M.S./j)	0,11
Total	16,75
POIDS VIF APRES LE VELAGE (semaine 1) (kg)	615

FIGURE 1

EVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DE LA COMPOSITION DU LAIT, DES QUANTITES INGEREES ET DU POIDS VIF



Ces 3 aliments ont toujours été distribués en mélange : en quantité limitée et 2 fois par jour avant le vêlage ; à volonté et 4 fois par jour (à 7 h, 10 h, 15 h et 18 h) après le vêlage. La proportion de concentré de production + tourteau tanné a constitué 65 % de la ration (sur la base de la M.S.) avant le vêlage, et 70 % après le vêlage. Notons que, à partir de la 7^e semaine de lactation, 6 vaches ont reçu du lactosérum en l'état, et 4 en ont bu. Nous n'avons pas tenu compte de ce traitement dans l'exploitation des données. Les mesures de quantités ingérées, de production et de composition du lait ont été journalières. Le poids vif a été enregistré une fois par semaine. Avant la mise à l'herbe, entre la 10^e et la 13^e semaine de lactation, du jus de rumen a été prélevé par une sonde œsophagienne 2 h 30 à 3 h 30 après la première distribution des aliments du matin, en vue de la mesure de la composition du mélange des acides gras volatils.

2 - Essai de digestion

Sur 3 vaches porteuses d'une canule du rumen, 3 traitements ont été étudiés (carré latin 3x3) : 1/ 2 distributions par jour du mélange ensilage d'herbe-aliment concentré (30/70) ; 2/ 4 distributions par jour de ce même régime ; 3/ même traitement que le premier, mais le bicarbonate de sodium (1,3 %) contenu dans le concentré a été remplacé par du chlorure de sodium (0,7 %) et des pulpes de betteraves déshydratées (0,6 %). Les animaux, qui produisaient 0 kg, 7 kg et 21 kg de lait au début de la première période expérimentale, ont été alimentés en quantités limitées, constantes pour les 3 traitements. La durée de chaque période a été de 2 semaines : 1 d'adaptation et 1 de mesures. Avant la 1^{ère} période, les animaux ont été adaptés au régime pendant 3 semaines. Au cours de la semaine de mesures, nous avons prélevé du jus dans le milieu du rumen, 2 jours consécutifs, avant la distribution des aliments du matin qui avait lieu à 6 h 30 puis 1 h 30, 3 h, 5 h, 7 h 30 et 10 h après. Nous y avons enregistré le pH et mesuré la composition du mélange des acides gras volatils.

RESULTATS ET DISCUSSION

Production laitière (tableau 2 et figure)

La production laitière a été très élevée : l'augmentation entre la production des 4^e, 5^e et 6^e jours après le vêlage (PI = 29,2) et la moyenne des productions maximales hebdomadaires individuelles a été de 8,6 kg, soit environ 1 kg de plus que la valeur moyenne observée sur notre troupeau (HODEN, 1978) ; la production maximale du lot a été de 37,2 kg (à la 4^e semaine) et la production moyenne au cours des 10 premières semaines a été de 34,2 kg.

Malgré la proportion élevée d'aliment concentré dans la ration, la composition du lait a eu une évolution tout à fait normale. On note en particulier que la valeur minimale du taux butyreux a été de 35,8 g p.1000, à la 6^e semaine, ce qui est semblable ou légèrement inférieur à ce que nous avons déjà observé dans notre troupeau, avec des vaches moins bonnes productrices de lait, recevant un régime à base d'ensilage de maïs (VERITE et JOURNET, 1973 ; KAUFMANN, 1977) ; seulement 2 valeurs individuelles hebdomadaires sur les 110 dont nous disposons (11 vaches x 10 semaines) ont été légèrement inférieures à 30 g p.1000.

Nous avons comparé ces performances à celles de la même période de la lactation précédente pour 6 vaches parmi les 7 qui étaient en 3^e lactation ou plus au cours de la lactation antérieure, bien qu'une comparaison entre années soit sujette à de nombreuses critiques (tableau 3). Pendant cette lactation là, 4 animaux ont reçu à volonté du foin (de graminées et de luzerne) et les 2 autres de l'ensilage de maïs comme ration de base, 2,5 kg de pulpes, et de l'aliment concentré (maïs grain, tourteau de soja, tourteau de colza tanné) en quantité et en proportion croissantes au cours des premières semaines de la lactation. Le fourrage et les concentrés étaient distribués 2 fois par jour.

L'augmentation de la lactation expérimentale par rapport à la lactation antérieure a été de 3,4 kg en ce qui concerne la moyenne des 4, 5, 6^e jours et de 2,8 kg en ce qui concerne celle des 10 premières semaines, alors que, en moyenne, la production laitière n'augmente plus d'une lactation à la suivante à partir de la 5^e lactation. On note aussi que le taux butyreux a été plus élevé de 3 g p.1000.

Quantités ingérées, poids vif, bilans énergétique et azoté (tableau 2 et figure)

Les quantités ingérées ont augmenté relativement rapidement après le vêlage, mais moins vite toutefois que pour des régimes à base de bon ensilage de maïs (VERITE et JOURNET, 1977). Elles ont été maximales dès la 5^e semaine de lactation (18,3 kg de M.S.) et n'ont plus varié après, bien que les vaches continuaient à être en bilan énergétique négatif (cf ci-dessous). Ceci est un peu surprenant puisque, pour de nombreux essais dans lesquels les rations utilisées avaient une plus faible concentration énergétique toutefois, nous avons observé une augmentation des quantités ingérées au début de la lactation aussi longtemps que le bilan énergétique était négatif (JOURNET et REMOND, 1976). Est-ce la proportion de concentré qui a limité l'augmentation d'ingestion de cette ration ?

Le poids vif des animaux a décru tout au long de l'essai, particulièrement au cours des premières semaines. La diminution a été de 44 kg entre les semaines 1 et 10, dont 37 kg entre les semaines 1 et 6. Corrigées pour tenir compte des variations de poids de contenus digestifs estimées à 4,5 kg par kg de matière sèche ingérée (PITON, 1975), les pertes de poids vif vide ainsi obtenues sont respectivement de 77 kg et 66 kg. Le bilan énergétique pour les 10 premières semaines de lactation a été de - 281 UFL ou - 194 UFL selon qu'on corrige ou non la concentration énergétique du régime pour la proportion d'aliment concentré et le niveau d'ingestion (INRA, 1978). Ces valeurs, surtout les premières, sont élevées. Bien qu'imprécises, ces valeurs du bilan n'en sont pas moins en assez bon accord avec les pertes de poids vifs observées. Toutefois, dans le cas de ce régime riche en concentré mais où la digestion dans le rumen a été normale (cf plus loin), il ne paraît pas impossible que la diminution réelle de la valeur énergétique du régime puisse être plus faible que ne le laissent prévoir les corrections proposées. Le bilan azoté a été négatif au cours des deux premières semaines (- 641 et - 132 g de PDI par jour en moyenne) ; il a été positif ensuite, de façon plus importante que prévu d'ailleurs (+ 227 g par jour en moyenne pour les semaines 3 à 10).

Digestion dans le rumen (tableau 4)

La composition du mélange des acides gras volatils (AGV) dans le jus de rumen prélevé 2 h 30 à 3 h 30 après la distribution des aliments du matin (temps après lequel les fermentations sont généralement voisines du maximum), sur 7 des 11 vaches en lot, est typiquement celle d'un régime de bonne valeur laitière : elle est riche en acide acétique (68,0 %), et moyenne en acides propionique (18,6 %) et butyrique (10,0%).

Cela se confirme avec les vaches fistulées pour lesquelles, compte tenu de l'absence d'effet net des traitements étudiés (présence ou absence de bicarbonate dans le concentré ; 2 ou 4 distributions d'aliment par jour), nous avons calculé les moyennes des résultats obtenus sur les différents traitements. On note cependant que les proportions des acides propionique et butyrique ont été légèrement différentes chez les deux types d'animaux. Mais les effectifs des 2 lots étaient faibles (7 et 3 vaches) et, par ailleurs, les niveaux d'ingestion très différents : 18,1 kg en moyenne pour les vaches en lot, et 5,1 kg, 6,7 kg et 14,2 kg pour les vaches fistulées qui étaient rationnées. Chez ces vaches, l'amplitude de l'évolution journalière de la proportion des 3 principaux AGV a été très réduite. Il en est de même de celle du pH dont la valeur moyenne était élevée (6,5) ; seulement à 6 reprises (dont 5 concernent la même vache) sur les 96 mesures individuelles effectuées, le pH est descendu légèrement au-dessous de 6. Cela indique un fonctionnement normal et continu du rumen, propice à une composition du mélange des AGV du jus de rumen favorable à la production laitière. L'absence d'influence du nombre de distributions et de l'addition de bicarbonate peut sembler surprenante puisque l'intérêt de l'une et l'autre technique avec des rations riches en aliment concentré a déjà été bien montré (KAUFMANN, 1976 - DAVIS et al., 1964). Il est possible que les autres précautions prises (mélange du fourrage et du concentré, broyage grossier des céréales, présence de pulpes) aient été suffisantes pour assurer une digestion normale, tout au moins pour les vaches fistulées dont le niveau d'ingestion était faible.

Etat sanitaire

Parmi les 11 vaches en lot, trois produisant 36 kg de lait ou plus au pic de lactation, et en 4^e, 8^e et 11^e lactation, ont été atteintes de fièvre vitulaire, et quelques mammites se sont déclenchées. Mais aucun trouble digestif ne s'est manifesté. Paradoxalement, c'est une vache fistulée qui a été malade au cours d'une période, ce qui s'est notamment traduit par des refus alimentaires importants. Après un changement alimentaire passager (distribution de foin) et traitement médicamenteux du foie et du tube digestif (le diagnostic était imprécis), elle a pu normalement continuer l'essai.

TABLEAU 3

**COMPARAISON DE LA PRODUCTION LAITIÈRE ET DES QUANTITÉS INGERÉES DE 6 VACHES
PENDANT LA LACTATION ANTERIEURE ET LA LACTATION EXPERIMENTALE**

	Lactation antérieure	Lactation expérimentale
Numéro moyen de lactation	5,3	6,3
<u>PRODUCTION LAITIÈRE</u> (moyenne des 10 premières semaines)		
Lait (kg)	31,2	34,0
Taux butyreux (g p.1000)	36,0	39,0
Taux de matières azotées (g p.1000)	32,0	32,4
<u>QUANTITÉS INGERÉES</u> (moyenne des 8 premières semaines)		
Ration de base (kg de M.S.)	7,25	4,98
Aliment concentré	9,34	11,43
Total	16,59	16,41

TABLEAU 4

JUS DE RUMEN : CONCENTRATION ET COMPOSITION DU MELANGE DES ACIDES GRAS VOLATILS, ET PH

	vaches en lot	vaches fistulées du rumen					
Heure de prélèvement du jus	9.30-10.30	6.30	8.00	9.30	11.30	14.00	16.30
<u>Acides gras volatils</u>							
Proportion molaire (%)							
acide acétique	68,0 5,1	69,8 2,9	68,5 2,0	67,3 2,1	67,8 1,9	68,0 2,5	69,0 2,4
acide propionique	18,6 5,3	14,9 0,8	14,9 0,6	15,6 0,6	15,7 0,7	15,9 0,9	15,3 0,5
acide butyrique	10,0 2,7	10,2 1,9	11,7 1,7	11,9 1,8	11,8 1,7	12,1 1,4	11,7 1,6
concentration totale (mmoles/litre)	-	98,9 15,5	110,5 13,9	115,1 9,8	108,4 11,4	105,1 14,0	103,8 11,2
<u>pH</u>	-	6,78 0,13	6,49 0,14	6,41 0,23	6,40 0,29	6,44 0,28	6,54 0,19

Pour chaque mesure, la 1ère ligne donne la moyenne, et la 2ème ligne, l'écart-type. Ils ont été calculés sur 7 données pour les vaches en lot, et 8 données pour les vaches fistulées (3 vaches × 3 traitements - 1 vache × 1 traitement) (cf. conditions expérimentales).

CONCLUSION

Les résultats de cet essai de durée malheureusement trop limitée montrent qu'il est possible de réaliser de très bonnes performances de production laitière (quantité et composition du lait) avec un régime comportant 70 % d'aliment concentré lorsqu'on met en œuvre les techniques expérimentées dans cet essai. L'étalement de l'ingestion du concentré au cours de la journée (par mélange au fourrage et, ou, par l'augmentation du nombre de distributions) et de sa digestion dans le rumen (par un broyage grossier des céréales), ont dû jouer un rôle important, mais il est probable aussi que la présence d'ensilage d'herbe et de pulpes de betteraves dans la ration aient eu des effets favorables sur la production de lait par suite de l'orientation des fermentations dans le rumen (proportion élevée d'acide acétique, moyenne d'acide propionique). Il n'est donc pas certain que nous aurions obtenu les mêmes résultats en remplaçant l'ensilage d'herbe par celui de maïs dont les produits de fermentation dans le rumen sont moins riches en acide acétique. En ce qui concerne les pulpes de betterave, nous avons déjà montré leur intérêt dans l'alimentation des vaches à haut niveau de production laitière (JOURNET et al., 1975).

Les bonnes performances de cet essai se sont accompagnées de, et ont été permises en partie par, une perte importante de tissus corporels estimée à 77 kg, en dépit d'une concentration énergétique élevée de la ration. Elle est en partie inévitable chez les fortes productrices, même avec des rations de concentration énergétique élevée, et est due à la faible capacité d'ingestion relativement aux besoins. Il est à noter que cette forte mobilisation s'est effectuée sans incident digestif ni métabolique. On peut attribuer cela à 2 raisons principales : 1/ une digestion normale dans le rumen, qui a évité l'enchaînement (tout au moins apparent) catastrophique suivant : indigestion-réduction brutale des quantités ingérées-acétonémie ; 2/ une bonne nutrition azotée en début de lactation. Celle-ci permet en effet non seulement d'assurer un apport optimal en acides aminés, en particulier indispensables à la mamelle, mais aussi de lui fournir, par la néoglucogénèse, une partie du glucose qui est nécessaire à son fonctionnement et à la synthèse du lactose. Cette synthèse de glucose permet en outre une bonne utilisation des matières grasses mobilisées à des fins énergétiques, en assurant un bon fonctionnement du cycle de Krebs.

Ces résultats n'impliquent pas que l'alimentation des vaches à haut niveau de production laitière nécessite l'utilisation de régimes aussi riches en aliment concentré et plus particulièrement en céréales. L'exploitation de telles vaches devra d'abord conduire l'éleveur à produire des fourrages d'excellente qualité, en particulier de l'ensilage de maïs quand cela lui sera possible, susceptibles d'être bien ingérés. Par ailleurs, il aura souvent intérêt à introduire des quantités de pulpes plus élevées que nous l'avons fait, surtout quand le fourrage sera de l'ensilage de maïs.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANDRIEU J., BERANGER C., DEMARQUILLY C., DULPHY J.P., GEAY Y., HODEN A., JARRIGE R., JOURNET M., LEGENDRE J., LIENARD G., PETIT M., REMOND B., THERIEZ M., THIVEND P., 1976. Alimentation des ruminants en période de pénurie fourragère. Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - INRA, 25, 65-85.

DAVIS C.L., BROWN R.E., BEITZ D.C., 1964. Effect of feeding high-grain restricted-roughage rations with and without bicarbonates on the fat content of milk produced and proportions of volatile fatty acids in the rumen. J. Dairy Sci., 47, 1217-1219.

HODEN A., 1978. Rationnement au début de la lactation ; in : La vache laitière, pages 71 à 85. Ed. INRA Publications, Route de Saint-Cyr, 78000 Versailles.

I.N.R.A., 1978. Alimentation des ruminants. Ed. INRA Publications, Route de Saint-Cyr, 78000 Versailles.

JOURNET M., HODEN A., MULLER A., 1975. Etude d'une ration à base d'ensilage de maïs et de pulpes sèches de betteraves pour les vaches laitières à haut potentiel de production. Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - INRA, 22, 53-56.

JOURNET M., REMOND B., 1976. Physiological factors affecting the voluntary intake of feed by cows : a review. Livest. Prod. Sci., 3, 129-146.

KAUFLING J., 1977. Facteurs de variation de quelques paramètres du début de la lactation chez la vache laitière. Mémoire de fin d'études. E.S.A. Purpan.

KAUFMANN W., 1976. Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on pH-regulation in the rumen and on feed intake in ruminants. *Livest. Prod. Sci.*, **3**, 103-114.

PITON J., 1975. Intérêt et importance de la mobilisation des réserves corporelles des vaches laitières au début de la lactation. Thèse de doctorat. Université des Sciences et Techniques du Languedoc.

THIVEND P., 1978. Le Lactosérum. *L'Elevage Bovin-Ovin-Caprin*, **74**, 59-61.

VERITE R., JOURNET M., 1973. Complémentation des rations à base d'ensilage de maïs au début de la lactation. *Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix - INRA*, **11**, 41-46.

VERITE R., JOURNET M., 1977. Utilisation des tourteaux traités au formol par les vaches laitières. II - Effets sur la production laitière du traitement des tourteaux et du niveau d'apport azoté au début de la lactation. *Ann. Zootech.*, **26**, 183-205.

ETUDE DE LA VALEUR AZOTÉE DES ENSILAGES D'HERBE POUR LES VACHES LAITIÈRES

J.P. DULPHY, J.P. ANDRIEU et C. DEMARQUILLY

Laboratoire des Aliments

La plupart des essais effectués à Orcival au cours des dernières années (DULPHY et DEMARQUILLY, 1971, 1973, 1975, 1976 ; DULPHY, 1977) nous ont permis d'avoir une bonne idée des quantités d'énergie nette ingérées par une vache laitière recevant de l'ensilage d'herbe selon sa qualité de conservation, sa finesse de hachage, son stade de récolte, etc... Les essais qui sont par ailleurs effectués par l'ITEB, l'ITCF et les EDE devraient permettre d'ajuster les résultats obtenus dans des conditions plus proches de la pratique.

Le second facteur qui détermine la valeur nutritive d'un aliment est sa valeur azotée. Or de ce point de vue les ensilages d'herbe sont mal connus. De nombreuses études ont été entreprises dans différents laboratoires avec des techniques et des animaux expérimentaux variés. Ainsi des moutons en croissance ont été utilisés par E. GRENET et DEMARQUILLY (DEMARQUILLY, GRENET, DULPHY, 1977 ; GRENET, 1978) et la valeur azotée a été estimée à partir des mesures du bilan azoté des animaux. D'autres auteurs ont utilisé le mouton, muni de canules à l'entrée et à la sortie de l'intestin grêle, par exemple BEEVER et al. (1977), etc... mais souvent aussi les auteurs ont étudié la valeur azotée des ensilages à travers les performances des animaux. C'est le cas pour les génisses (GRIFFITHS et al., 1973 ; WALDO, 1978) ou pour les vaches laitières (CASTLE et WATSON, 1969-1974 ; 1975-1976-1977). Toutes les études entreprises confirment que les ensilages d'herbe ont souvent une valeur azotée réelle plus faible que celle supposée à partir de leur teneur en MAT ou MAD. Cette valeur dépend de la qualité de conservation de l'ensilage, c'est-à-dire de la proportion des matières azotées non solubilisées ou dégradées en ammoniac et est augmentée grâce à l'apport de compléments glucidiques. Malgré cela la valeur azotée des ensilages d'herbe n'est pas toujours suffisante pour couvrir les besoins des animaux en production. Il faut alors avoir recours à des compléments protéiques assez peu dégradables (tourteaux tannés ou non) qui permettent d'améliorer les performances des animaux (VERITE, 1978) alors que les besoins en matières azotées digestibles de ceux-ci sont déjà largement couverts.

L'utilisation du système des PDI (INRA, 1978) devrait nous permettre de mieux apprécier la valeur azotée réelle d'un ensilage d'herbe puisqu'il tient compte de deux facteurs importants : la solubilité des matières azotées qui détermine l'apport de PDIA et la digestibilité de la ration qui détermine l'apport de PDIM. Dans le cadre de nos études sur les vaches laitières nous avons donc mené trois essais pour déterminer dans quelle mesure l'utilisation du système des PDI, comparé à celui des MAD permettrait de mieux prévoir la valeur azotée d'ensilages d'herbe, cette valeur étant jugée non pas par des bilans azotés, mais simplement à travers les performances des animaux et leur réaction à une variation d'apport de matières azotées complémentaires. Pour éviter de rendre l'interprétation difficile à cause de variation du niveau d'ingestion, les animaux ont reçu la même quantité limitée d'ensilage dans chaque essai.

CONDITIONS EXPERIMENTALES

Un des essais a été réalisé en 1976-1977 et les deux autres en 1977-1978. Pour chacun de ceux-ci un seul ensilage a été préparé et les animaux ont reçu cet ensilage avec différents niveaux d'apports azotés.

TABLEAU 1

COMPOSITION ET VALEUR ALIMENTAIRE DES ENSILAGES UTILISES

	1er essai 1976 - 1977	2ème essai 1977 - 1978	3ème essai 1977 - 1978
<u>Composition à la mise en silo</u>			
- Teneur en MS (p.100)	18,5	16,8	15,1
- Matières minérales	7,9	8,0	7,5
- Matières azotées totales	13,3	14,2	13,0
- Cellulose brute	22,1	26,6	29,3
<u>Composition des ensilages</u>			
- Teneur en MS (p.100)	23,0	20,9	20,0
- Matières minérales	5,8	6,3	5,5
- Matières azotées totales	13,1	15,4	12,8
- Cellulose brute	27,9	30,8	34,3
<u>Caractéristiques fermentaires</u>			
pH	3,79	3,89	3,86
N - NH ₃ % N total	3,9	5,8	7,4
N sol. % N total	60,0	57,0	59,3
Acide lactique	45,0	84,6	63,6
Acide acétique	16,0	17,8	19,7
Acide propionique	0	0,2	0,5
Acide butyrique	0	0,3	1,7
Alcools	9,0	42,0	20,6
Acides gras volatils mmoles/kg MS	267	304	360
<u>Valeur alimentaire mesurée sur moutons</u>			
- Digestibilité de la matière organique	75,5	76,3	70,3
- UFL/kg de matière sèche	0,94	0,91	0,82
- MAD g/kg de MS	86	107	78

TABLEAU 2

VALEUR AZOTEE ESTIMEE DES ENSILAGES ET DES CONCENTRES

	Essai I		Essai II			Essai III		
Niveau d'apport azoté	Bas	Haut	Bas	Moyen	Haut	Bas	Moyen	Haut
<u>Ensilages</u>								
MAD	86		107			78		
PDIN	78		92			76		
PDIE	78		84			74		
<u>Concentrés</u>								
MAT	170	342	138	173	225	132	173	220
MAD	130	301	106	133	183	101	130	173
PDIN	117	239	100	116	153	95	114	146
PDIE	129	194	124	123	144	119	122	140
<u>Ration</u>								
MAT	144	185	149	160	177	130	144	162

Nous avons toujours utilisé des ensilages de ray-grass anglais récoltés avec une machine à coupe fine à un seul stade en 1976 et à deux stades (8 - 9 jours d'intervalle) en 1977. Ils ont toujours été additionnés d'acide formique à la récolte (en moyenne 3,5 l/tonne). Les caractéristiques en vert et sous forme d'ensilage des fourrages utilisés sont rapportées dans le tableau 1.

Dans chaque essai nous avons utilisé des vaches laitières de race frisonne, montbéliarde, Holstein ou croisée. Ces animaux ont été contrôlés individuellement, en stabulation entravée. Pour chaque traitement il y avait 8 vaches (5 multipares et 3 primipares).

Le principe de chaque essai a été le suivant. Après leur vêlage toutes les vaches d'un même essai recevaient le même ensilage, très proche de l'ensilage expérimental. Quatre à six semaines après le vêlage de la dernière vache, une période préexpérimentale de deux semaines a été effectuée. Durant cette période les besoins azotés étaient largement couverts. La production et la composition du lait durant cette période ont été utilisées pour constituer 2 lots de vaches dans l'essai I et 3 lots dans chacun des essais II et III ; lots aussi comparables que possible à l'intérieur du même essai.

Après la mise en lot, les ensilages expérimentaux ont été distribués en quantité limitée, proche des quantités ingérées à volonté. Par ailleurs, les aliments concentrés ont été ajustés pour que les animaux reçoivent, soit la quantité de PDI nécessaire à leur production de lait (50 g/kg de lait, niveau moyen) soit 45 g (niveau bas), soit 55 g (niveau haut). Ces différences ont été obtenues en faisant varier la proportion de tourteau de soja-céréale dans l'aliment concentré. La valeur des ensilages était estimée à priori, selon leur composition à la mise en silo et en tenant compte des modifications prévisibles entraînées par l'ensilage. Les besoins des animaux ont été calculés à partir de leur production en période préexpérimentale (25,6 kg de lait à 4 % de MG, dans l'essai 1 ; 23,9 kg dans l'essai 2 ; 20,9 kg dans l'essai 3), et en tenant compte d'une diminution de cette production de 1,5 % par semaine pour les primipares et de 2 % pour les multipares. La distribution de l'apport de concentré a alors été prédéterminée en tenant compte de tous les éléments décrits ci-dessus. Les vaches ont reçu en outre un complément minéral et des vitamines selon leurs besoins.

Pour chaque essai, la période expérimentale proprement dite, d'une durée de 11 semaines dans chaque cas, n'a commencé qu'après une période "dite" de transition, de 2 semaines. Les ensilages ont aussi été distribués à des moutons pour pouvoir calculer leur valeur en UFL, MAD et PDIME.

Les résultats concernant la production et la composition du lait ont été ajustés par analyse de covariance pour tenir compte des différences entre lots pendant les périodes préexpérimentales ; mais les valeurs réellement enregistrées ont été conservées pour comparer les apports aux besoins des animaux.

RESULTATS

Composition et valeur des fourrages étudiés

Dans tous les cas, les ensilages ont été bien conservés (**tableau 1**). Néanmoins, leur teneur en azote soluble a été peu élevée, de l'ordre de 60 %, malgré l'addition d'acide formique. Leurs teneurs en MAT ont varié de 13 à 15 % et leurs digestibilité de 70 à 76 %. A partir de cette composition, de la solubilité de l'azote et de la digestibilité de la matière organique, mesurées sur moutons, nous avons pu calculer la valeur PDI des ensilages (**tableau 2**).

Quantités ingérées

- *Ensilages*

Les animaux ont pratiquement ingéré les quantités d'ensilage qui leur étaient offertes mais il y a eu quelques refus (3 %) en présence du concentré à bas taux de matières azotées. On constate donc, malgré la limitation des quantités offertes pour ne pas avoir de refus, une légère augmentation de ceux-ci lorsque le niveau azoté de la ration diminue.

TABLEAU 3
QUANTITES INGEREES ET PERFORMANCES DES VACHES LAITIERES

Niveau de complémentation azotée	Essai I		Essai II			Essai III		
	Bas	Haut	Bas	Moyen	Haut	Bas	Moyen	Haut
Apport d'énergie par le concentré au-dessus de :								
- Multipares (en kg de lait)	12,5	12,5	10	10	10	6	6	6
- Primipares	8,5	8,5	4	4	4	2	2	2
Quantités de MS ingérées par animal par jour (kg)								
- Ensilage	11,10	11,30	9,75	9,91	9,93	8,24	8,72	8,83
- Concentré								
. Orge	-	-	2,55	1,16	-	2,80	1,50	-
. Maïs	1,46	-	1,71	-	-	1,75	-	-
. Tourteau arachide	0,05	0,15	-	-	-	0,13	-	-
. Tourteau de soja 50	0,05	1,55	0,18	-	0,51	-	-	0,40
. équilibré (1)	2,35	2,21	-	3,66	4,35	-	3,55	4,70
Production laitière (kg)								
- Lait brut	22,70	23,30	20,18 ^a (20,37)	21,04 ^{ab} (20,98)	22,08 ^b (21,95)	17,80 ^a (17,30)	18,30 ^{ab} (18,66)	19,37 ^b (19,37)
- Lait à 4 % de matières grasses	22,00	23,30	19,34 ^a (19,38)	20,13 ^{ab} (20,14)	21,33 ^b (21,31)	16,90 ^a (16,78)	18,20 ^{ab} (18,19)	19,05 ^b (19,05)
Persistance du lait brut (période expérimentale) p.100	92,1	92,4	89,7	91,1	89,8	91,4	93,4	94,4
Taux butyreux)	38,0	39,5	37,1	37,5	38,3	36,7 ^a	39,5 ^b	39,1 ^b
Taux azoté) g/1000	33,0	32,5	30,3	31,8	31,8	31,0	32,2	32,1
Production de matières azotées g/jour	749	757	610 ^a	670 ^b	700 ^b	551 ^a	576 ^a	611 ^b
Poids vif (kg)	571	575	563	575	574	535	545	547
Variations du poids vif (g/jour)	15 ^a	199 ^b	254	176	236	8	51	132

(1) Concentré équilibré (p.100) : Orge 14, Blé 15, Maïs 40, Tourteau de soja 13, Tourteau de colza 10, Mélasse 5, Composé minéral 3 (1,14 UFL, 125 gPDIN, 127 g PDIE/kg MS).

() Valeurs ajustées par analyse de covariance.

* Les traitements suivies de lettres différentes sont significativement différents au niveau $P \leq 0,05$.

- *Concentré*

Les vaches ont ingéré en moyenne de 4,34 (niveau bas) à 4,62 kg de MS concentré, apportant de 5,20 à 5,34 UFL. La composition et les caractéristiques de ces concentrés sont portées sur les tableaux 2 et 3. Compte tenu des caractéristiques des rations on a pu calculer les apports de MAD et PDI pour chaque traitement. Ces apports ont varié, en moyenne pour les 3 essais, respectivement de 1378 à 1891 g/jour pour les MAD (équivalent à la couverture des besoins d'entretien et de 17,4 à 25,9 kg de lait), de 1303 à 1513 g pour les PDIE et de 1245 à 1630 g pour les PDIN, soit de 1245 à 1513 g pour les PDI (équivalent à la couverture des besoins d'entretien et de 17,4 à 22,7 kg de lait). Il y a eu en effet un léger déficit de PDIN pour les animaux recevant le moins de matières azotées (PDIE — PDIN = 58 g/jour en moyenne). Si on considère que les lots à haut niveau d'azote ont exprimé le potentiel de production des vaches utilisées, la couverture des besoins en MAD a varié en moyenne de 82 à 113 % et celle en PDI de 85 à 103 %.

Production laitière

- *Lait brut*

La quantité de lait réellement produite a été en moyenne plus élevée (21,58 contre 20,23 kg, soit une augmentation de 1,35 kg) avec le niveau azoté haut qu'avec le niveau azoté bas. L'augmentation a été significative dans 2 des 3 essais. Les productions ajustées correspondantes ont été respectivement de 21,54 et de 20,12 kg de lait, soit un écart, non négligeable, de 1,42 kg de lait (respectivement 0,60 ; 1,58 et 2,07 kg de lait dans les 3 essais).

- *Lait à 4 % de matière grasse*

Les productions réelles de lait à 4 % de matière grasse ont été égales en moyenne à 19,41 et 21,23 (+ 1,82) kg pour les lots à bas et haut niveau. Les productions ajustées correspondantes ont été de 19,39 et 21,22 (soit une augmentation moyenne de 1,83 kg, c'est-à-dire respectivement 1,30 ; 1,93 et 2,27 kg de lait 4 %). L'écart a été significatif dans 2 essais et relativement important : 0,36 kg de lait pour 100 g de MAD supplémentaires et 0,68 kg pour 100 g de PDI (0,87 kg de lait pour 100 g de PDIE). Dans les essais 2 et 3 l'écart entre les niveaux bas et moyen a été de 1,09 kg de lait contre 1,01 entre les niveaux moyen et haut, ce qui est comparable.

- *Persistance de la production laitière (période expérimentale)*

La persistance des productions laitières lors des périodes expérimentales a peu varié d'un traitement à l'autre dans les essais 1 et 2 ; dans ces essais les écarts de production laitière sont en effet apparus lors de la période de transition. Dans l'essai 3 les différences de production laitière, apparues dès la transition, ont continué à s'affirmer au cours de la période expérimentale.

Composition du lait

Les taux butyreux ont été respectivement en moyenne de 37,3 et 39,0 pour les vaches à bas et haut niveau, mais l'écart n'a été significatif que dans l'essai 3. La production de matières grasses est donc passée de 755 à 836 g/jour. Les taux azotés ont été, dans les mêmes conditions, respectivement égaux à 31,4 et 32,1, mais l'écart n'a été significatif dans aucun essai. Les productions de matières azotées correspondantes ont été de 637 et 689 g/jour.

Variation de poids des animaux

Les variations de poids des animaux lors des périodes expérimentales ont été respectivement de + 87 et + 189 g/jour, pour les niveaux bas et haut. Pour les essais 2 et 3, le gain de poids des animaux n'a pas augmenté entre les niveaux bas et moyens ; il a augmenté de 70 g entre les niveaux moyens et hauts.

Efficacité des rations, couverture des besoins

- *Energie*

En prenant comme besoins énergétiques nets des vaches ceux recommandés par l'ouvrage sur l'Alimentation des Ruminants (INRA, 1978), nous avons calculé la valeur énergétique nette "réelle" des ensilages à par-

tir des performances réalisées par les vaches. Les calculs font apparaître, au tableau 4, une meilleure valorisation apparente des rations, que nous avons fait porter sur les fourrages, avec le haut niveau d'apport de matières azotées : 0,92 contre 0,84 UFL/kg de MS pour le niveau bas, soit une amélioration de 0,11 ; 0,04 et 0,08 UFL/kg de MS respectivement pour les essais I, II et III. Au niveau de la ration totale il y a donc eu une amélioration importante de la valorisation énergétique : + 0,78 UFL, à laquelle il faut ajouter une légère augmentation de l'apport d'énergie : + 0,40 UFL, les animaux ayant ingéré un peu plus de MS avec le haut niveau d'azote.

• *Matières azotées*

Les apports de MAD et PDI (valeur la plus faible entre PDIE et PDIN) figurent au tableau 4. On y a en outre fait figurer ces apports par rapport aux besoins des lots les mieux alimentés, donc ayant théoriquement des performances proches de leurs performances "potentielles". Les apports entre les niveaux bas et hauts ont augmenté de 510 g/jour dans le système MAD et de 268 g dans le système PDI. Dans le même temps les besoins théoriques des animaux, déterminés selon leur performances, sont passés de 1534 à 1671 g/jour de MAD (137 g d'écart) et de 1349 à 1462 g de PDI (113 g d'écart).

TABLEAU 4
COMPARAISON ENTRE LES APPORTS ET LES BESOINS DES ANIMAUX - COUVERTURE DES BESOINS

Apport de complément azoté	Essai I		Essai II			Essai III		
	Bas	Haut	Bas	Moyen	Haut	Bas	Moyen	Haut
<u>Energie</u>								
- valeur énergétique calculée de l'ensilage UFL/kg de MS	0,87	0,98	0,89	0,87	0,93	0,76	0,79	0,84
- Production laitière permise par l'ensilage (kg de lait à 4 % de MG)	11,3	14,6	9,0	8,7	10,3	3,8	5,2	6,3
<u>Matières azotées</u>								
<u>MAD</u>								
- Apports totaux { en g/jour	1462	2150	1516	1702	1951	1156	1339	1573
{ en g/kg de lait à 4 %	51	75	57	65	72	48	55	63
- % des besoins du lot haut	81	119	89	100	115	76	89	104
- Besoins réels *	1667	1805	1579	1608	1696	1356	1434	1512
<u>PDI</u>								
- Apports totaux { en g/jour	1323	1640	1341	1425	1534	1071	1238	1366
{ en g/kg de lait à 4 %	43	52	46	49	51	42	47	50
- % des besoins du lot haut	84	104	90	95	103	81	94	103
- Besoins réels en g/jour	1503	1569	1359	1431	1493	1185	1247	1323

* cf. tableau 12.1, p. 347 in Alimentation des Ruminants (1978)

Au niveau bas, les animaux ont produit plus que ne le laissaient prévoir les apports. Ils ont donc mieux utilisé les matières azotées de la ration que ce qui est admis en moyenne et est classique pour des animaux sous-alimentés. Au niveau haut, les animaux ont reçu un excédent équivalent à 220 g de MAD ou 51 g de PDI. D'une autre manière on peut alors considérer que les animaux ont reçu 52, 61 et 70 g de MAD/kg de lait à 4 % de matières grasses et 44,48 et 51 g de PDI/kg de lait produit à 4 % de matières grasses (tableau 4). On peut aussi calculer les quantités de lait théoriquement permises par la ration de base en prenant les recommandations actuelles (60 g de MAD et 50 g de PDI/kg de lait à 4 % de MG). Dans ce cas on trouve dans le système MAD que les rations de base ont permis respectivement la couverture des besoins d'entretien et de 9,1 - 9,4 et 9,5 kg de lait pour les niveaux bas, moyen et haut et, dans le système PDI, 7,8 - 8,1 et 8,2.

Enfin nous avons examiné l'influence du type d'ensilage et calculé les quantités de lait permises dans les deux systèmes (en prenant 60 g de MAD et 50 g de PDI/kg de lait). Ainsi les ensilages distribués dans les essais I, II et III ont couvert respectivement les besoins d'entretien et ceux de 10,3 ; 12,0 et 5,9 kg de lait dans le système MAD et 9,8 ; 9,0 et 5,6 kg de lait à 4 % de MG dans le système PDI. Il n'y a donc discordance que pour le second ensilage dont le système MAD semble surestimer la valeur azotée.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Lorsque nous avons fait varier l'apport de matières azotées dans la ration à base d'ensilage, nous avons donc observé, surtout au niveau de la production laitière, une réponse nette des vaches laitières. Or les animaux des lots à niveau moyen d'apports azotés étaient, théoriquement, alimentés selon leurs besoins. Il faut donc supposer que les valeurs azotées calculées des ensilages étaient légèrement surestimées. La réponse moyenne des animaux a été en effet de 1,8 kg de lait à 4 % de MG (soit 53 g de MAT en plus) et 100 g de reprise de poids par jour (besoins équivalents à 137 g de MAD ou 113 g de PDI pour l'ensemble) pour un apport supplémentaire de 510 g de MAD ou 268 g de PDI. Cette réponse est forte surtout entre les niveaux moyens et hauts. Elle est cependant la même entre les différents niveaux si on ne s'occupe que des PDIE. Néanmoins, pour les lots normalement alimentés, les deux systèmes MAD et PDI ont permis d'apprécier de façon comparable la valeur azotée des ensilages étudiés. Cependant l'ajustement a été beaucoup plus précis dans le système PDI. Cette conclusion est intéressante, mais elle n'est sûrement pas valable pour des ensilages moins digestibles ou plus riches en matières azotées solubles, tel qu'on l'entrevoit avec l'ensilage n° 2.

L'augmentation des apports azotés a conduit à une légère augmentation des quantités ingérées et à une meilleure valorisation énergétique des rations, due en partie à une meilleure digestion dans le rumen (VERITE, 1978). On a donc là un effet indirect qu'il est très difficile de dissocier de l'effet direct des apports azotés sur la nutrition azotée. CASTLE et WATSON ont eu le même résultat dans tous leurs essais.

Par ailleurs la meilleure reprise de poids des animaux recevant le haut niveau d'apport de matières azotées peut surprendre car les rations étaient théoriquement isoénergétiques. Elle peut s'expliquer par la forte augmentation de la valorisation énergétique des rations enrichies en matières azotées et aussi, sans doute, par une augmentation de la rétention azotée avec le haut niveau d'apports azotés. VERITE (1978) signale le même type de réponse dans ses essais avec ensilage de maïs.

Comment expliquer maintenant la légère surestimation des valeurs azotées des ensilages ?

Plusieurs hypothèses sont possibles :

- sous-estimation des besoins,
- dégradabilité des matières azotées insolubles des ensilages plus élevée que prévu, d'où une quantité plus faible de PDIA que celle calculée,
- synthèse bactérienne plus faible que prévu, d'où une moindre production de PDIM, soit parce qu'il y a un peu moins d'énergie disponible dans le rumen que ne l'indiquent les digestibilités mesurées sur des moutons, soit parce que une partie de l'ammoniac formé dans le rumen n'est pas utilisable à cause d'un décalage entre le dégagement d'ammoniac dans le rumen et la digestion de l'énergie.

Pour mieux préciser cette éventuelle surestimation des valeurs azotées calculées des ensilages nous poursuivrons des essais en apportant, au niveau haut, plus de PDI ou MAD que dans les présents essais. Il ne sera cependant jamais possible de donner une valeur exacte à un ensilage. De plus nous essayerons de comparer les réactions des animaux avec des ensilages plus différents que ceux utilisés ici et en les distribuant à volonté pour mesurer aussi les effets sur l'ingestion dus aux variations de l'alimentation azotée des vaches.

Néanmoins on peut considérer pour l'instant que le système PDI permet de prévoir assez bien la valeur azotée d'un ensilage d'herbe pour les vaches laitières, mais cela suppose d'apprécier correctement sa digestibilité et sa teneur en azote soluble. Pour des ensilages récoltés tôt et bien conservés le système MAD est aussi utilisable.

Enfin sur le plan économique nos essais montrent qu'il est bénéfique, avec les ensilages d'herbe, d'alimenter en matières azotées les vaches laitières légèrement au-dessus de leurs besoins. En effet entre les niveaux bas et haut nous avons remplacé 1,6 kg brut de céréales (orge + maïs surtout) dans le concentré par la même quantité de tourteaux ordinaires (soja surtout) pour une réponse de 1,8 kg de lait. L'emploi de tourteaux tanés sera peut-être encore plus intéressant. Nous essayerons de le vérifier.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BEEVER D.E., THOMSON D.J., CAMMEL S.B., HARRISON D.G., 1977.** J. Agric. Sci., 88, p. 61-70.
- CASTLE M.E., WATSON T.N., 1969.** J. Brit. Grassld Soc., 24, p. 187-192.
 1974. " 29, p. 101-108.
 1975. " 30, p. 217-222.
 1976. " 31, p. 191-195.
 1977. " 32, p. 43- 48.
- DEMARQUILLY C., GRENET E., DULPHY J.P., 1977.** XIII Int. Grassland Congress Leipzig.
- DULPHY J.P., 1977.** L'Elevage. N° spécial sur les ensilages.
- DULPHY J.P., DEMARQUILLY C., 1971.** Bull. Tech. CRZV de Theix, n° 4, p. 15-29.
 1973. " n° 10, p. 5-15.
 1975. " n° 21, p. 31-40.
 1976. " n° 26, p. 29-34.
- GRENET E., 1978.** Ann. Zootech., 27 (1), p. 115-122.
- GRIFFITHS T.W., SPILLANE T.A., BATHS I.H., 1973.** J. Agric. Sci., 80, p. 75-88.
- INRA, 1978.** Alimentation des Ruminants. Ed. INRA Publications, Route de Saint-Cyr, 78000 Versailles.
- VERITE R., 1978.** in La Vache Laitière, p. 183. Ed. INRA Publications, Route de Saint-Cyr, 78000 Versailles.
- WALDO D.R., 1978.** Silage Seminar, Ayr, september.

UTILISATION DES PULPES DE BETTERAVES DESHYDRATEES EN COMPLEMENT D'ENSILAGE D'HERBE PAR LES BOVINS EN CROISSANCE ET A L'ENGRAIS

A. MULLER *, C. BERANGER * *

* *Domaine Expérimental du PIN-au-HARAS*

* * *Laboratoire de la Production de Viande*

La production de pulpes de betteraves déshydratées est passée de 400 000 T en 1971-72 à environ 1 000 000 T pour la campagne 1977. L'incorporation d'azote soluble sous différentes formes (urée, vinasses) à ce produit, riche en glucides fermentescibles mais pauvre en azote et particulièrement en azote soluble, devraient élargir l'utilisation par les bovins.

Nous avons montré dans une expérience précédente (MULLER, BERANGER, 1978) que les pulpes sèches pouvaient être utilisées en remplacement de céréales (orge ou maïs) comme complément pour engraisser au pâturage de jeunes bœufs de 18-20 mois. Pour l'engraissement à l'auge de bœufs de 20-24 mois, l'utilisation de pulpes sèches en complément d'ensilage d'herbe a permis d'obtenir aussi des croûts comparables à ceux des bouvillons recevant des céréales, avec toutefois un état d'engraissement final inférieur. Les pulpes séchées apportent en effet un peu moins d'énergie que les céréales et entraînent la formation d'une proportion plus élevée d'acide acétique dans le mélange des acides gras volatils du rumen (HODEN, 1975), ce qui limite sans doute l'engraissement.

Nous avons poursuivi une série d'essais, pour confirmer nos premières observations sur animaux à l'engrais, mais aussi sur jeunes bovins en croissance, recevant de l'ensilage d'herbe. Nous avons mesuré par ailleurs sur moutons la digestibilité de 6 rations à base d'ensilage d'herbe de différentes qualités complétées avec des pulpes sèches.

DIGESTIBILITE DES RATIONS D'ENSILAGE ET DE PULPES DESHYDRATEES

Méthodes

Six fourrages de Ray-Grass Anglais (variétés : Reveille, Hora et Perma) ont été récoltés en coupe fine et ensilés avec une incorporation de 2 à 3 litres d'acide formique par tonne. Trois d'entre eux (3^e cycle d'exploitation très feuillus) étaient très riches en azote (20 à 24 % de M.A.T.) et les 3 autres beaucoup plus pauvres (10 à 14 % M.A.T.). Ils ont été distribués, seuls à volonté, à des lots de 5 moutons maintenus en cage à bilan ; puis ils ont été distribués à des moutons en quantité généralement limitée associés à des pulpes sèches condensées qui constituaient environ le tiers de la matière sèche de la ration.

Pour l'un des ensilages on a comparé l'apport de pulpe sèche à un apport équivalent d'orge. On a mesuré les quantités de matière sèche et d'éléments nutritifs ingérées et excrétées. On a tenu compte des pertes en éléments volatils à l'étuve et mesuré les teneurs en azote sur les échantillons frais.

Résultats (tableau 1 et 2)

Les ensilages d'herbe étaient tous de bonne qualité et ont eu une digestibilité de la matière organique de 0,75 en moyenne. L'apport de pulpe sèche (26 à 34 % de la matière sèche ingérée), a entraîné une augmentation moyenne de 3 points du C.U.D. de la matière organique (2 à 5 points selon les lots), pour des quantités totales ingérées très voisines. La digestibilité des matières azotées a diminué naturellement avec la teneur en matières azotées de la ration.

La teneur en énergie nette a augmenté de 7 à 8 % lorsqu'on a apporté un tiers de la ration sous forme de pulpe sèche.

TABLEAU 1

DIGESTIBILITE D'ENSILAGES OFFERTS SEULS PUIS COMPLEMENTES AVEC DES PULPES SECHES

Régimes		Ensilages offerts seuls ad libitum			Rations d'ensilage + pulpe sèche (33 p. 100 de la M.S.)		
		Moyennes des 3 ensilages pauvres en M.A.T.	Moyennes des 3 ensilages riches en M.A.T.	Moyenne Générale	Moyennes des 3 ensilages pauvres en M.A.T.	Moyennes des 3 ensilages riches en M.A.T.	Moyenne Générale
Composition chimique de l'ingéré (% MS)	M.M.	10,4	15,9	15,9	9,2	13,6	11,4
	M.A.T.	11,7	21,7	16,7	11,2	18,1	14,6
	C.B.	31,2	22,1	26,6	28,4	20,1	24,2
C.U.D. de la ration de base	M.O.	73,0	76,4	74,7	76,2	79,1	77,6
	M.A.T.	60,3	75,3	67,8	60,1	73,1	66,6
	C.B.	76,6	74,9	75,7	75,6	69,1	72,3
Quantités ingérées en g M.S./kg P ^{0,75}		53	68	60	54	61	57
Energie nette lait de la ration	en Kcal/kg M.S. ...	1 439	1 501	1 470	1 552	1 600	1 576
	en U.F.L./kg M.S. .	0,83	0,87	0,85	0,90	0,92	0,91

N.B. : Composition moyenne des pulpes utilisées (g/kg M.S.) : M.M. = 6,5 ; M.A.T. = 10,9 ; C.B. = 20,7.

TABLEAU 2

DIGESTIBILITE D'UN ENSILAGE OFFERT SEUL PUIS COMPLEMENTE AVEC DES PULPES OU DE L'ORGE

		Ensilage seul	Ensilage plus 35 % pulpe sèche	Ensilage plus 37 % d'orge
Quantités ingérées en g M.S./kg P ^{0,75}		47	53	52
Composition chimique de la ration (% MS)	M.M.	11,3	8,2	7,3
	M.A.T.	14,5	12,3	13,8
	C.B.	30,3	27,7	22,3
C.U.D. de la ration	M.O.	76,4	77,8	75,8
	M.A.	65,3	61,3	65,4
	C.B.	83,0	78,3	71,9
Valeur énergétique de la ration	U.F.L./kg M.S.	0,87	0,93	0,92
	U.F.V./kg M.S.	0,82	0,89	0,87
Valeur énergétique calculée pour le concentré seul	U.F.L./kg M.S.	-	1,04	1,00
	U.F.V./kg M.S.	-	1,01	0,95

Si on calcule la digestibilité et la valeur énergétique de la pulpe sèche en retenant pour l'ensilage la valeur obtenue sans complément, on obtient des valeurs supérieures à celles généralement admises pour cet aliment :

C.U.D. de la matière organique 83,8 au lieu de 82 dans les tables INRA 1978.

En lait 1 800 Kcal/kg de M.S.

En viande 1 878 Kcal/kg de M.S.

- soit 1,04 U.F.L./kg de M.S.
au lieu de 0,99 U.F.L./kg M.S. dans les tables INRA 1978.
- soit 1.01 U.F.V./kg de M.S.
au lieu de 0,97 U.F.V./kg de M.S. dans les tables INRA 1978.
et 0,99 U.F. Breirem d'après HODEN 1975.

On n'observe pas avec l'ensilage d'herbe et les pulpes sèches le phénomène de digestibilité associative négative qu'on constate avec l'apport de céréales. Les mesures figurant au tableau 2 soulignent ce fait, puisque le C.U.D. de la matière organique de la ration totale par rapport à celle de l'ensilage seul augmente de 1,4 points avec 35 % de pulpes sèches dans la ration et diminue de 0,6 points avec 37 % d'orge.

UTILISATION PAR LES BOVINS EN CROISSANCE

Méthodes

Au cours de deux hivers (1973-74 et 1975-76) on a distribué 3 ensilages de ray-grass Anglais à des lots de 24 taurillons Normands et croisés Charolais X Normands âgés de 8 à 10 mois et pesant 300 à 350 kg au départ. Les animaux ont reçu en complément de ces ensilages offerts à volonté, soit 2 kg par jour de pulpe sèche, soit une quantité égale d'orge, selon un dispositif en carré latin comportant des périodes de 4 à 7 semaines. Les taurillons étaient logés en stabulation libre sur aire paillée, par case de 12 animaux.

On a mesuré la valeur alimentaire des ensilages sur moutons en cage à bilan, les quantités ingérées et le gain de poids des taurillons.

Résultats (tableau 3)

Les ensilages ayant une teneur en matière sèche assez faible (18 à 23 %) mais récoltés en coupe fine et avec addition d'acide formique étaient de bonne qualité.

Quelles que soient les teneurs en matières sèches et matières azotées des ensilages, les quantités volontairement ingérées ont été toujours plus faibles (de 9 % en moyenne) avec l'apport de pulpes sèches qu'avec le même apport d'orge.

A l'exception de l'ensilage 2, cette diminution de l'ingestion n'a pas entraîné de réduction de la vitesse de croissance des animaux. Si on retient la valeur précédente de 1,01 U.F.V./kg de M.S. pour la pulpe sèche et 1,16 pour l'orge, les apports énergétiques des rations à base de pulpes sèches sont inférieurs de 10 % à ceux des rations à base d'orge. Ils assurent cependant des croûts en moyenne comparables. Il convient toutefois d'interpréter avec prudence ces valeurs obtenues sur de courtes périodes. La pulpe sèche apparaît cependant au moins aussi bien valorisée que l'orge.

On peut cependant remarquer que, lorsqu'on remplace l'orge par de la pulpe sèche, la réduction de l'ingestion d'ensilage est d'autant plus élevée que la teneur en matières azotées de l'ensilage est plus faible ; cette réduction passe de 5 à 9 puis 13 % lorsque la teneur en matières azotées de l'ensilage passe de 15 à 14 puis à 11 %. Cette diminution entraîne des apports azotés insuffisants lorsqu'on complète avec des pulpes un ensilage pauvre en azote ; ainsi les taurillons du lot 2 ont ingéré seulement 365 g de P.D.I.N. alors que leurs besoins se situent autour de 500 g. de P.D.I. par jour. Cette limitation des apports azotés peut expliquer en partie le faible croût obtenu avec l'ensilage 2 complété par des pulpes.

TABLEAU 3

UTILISATION COMPAREE D'ORGE ET DE PULPE SECHE
 (En complémententation d'ensilages de ray-grass anglais)
PAR DES JEUNES BOVINS D'UN AN EN CROISSANCE

	Ensilage 1	Ensilage 2	Ensilage 3	Orge	Pulpe sèche
<u>. Caractéristiques des aliments</u>					
Composition chimique / kg M.S.	13,1	11,0	14,9	2,8	7,3
) M.M.	14,1	10,9	15,0	11,0	10,8
) M.A.T.	31,1	33,1	25,6	5,6	20,1
) C.B.	18,5	20,4	23,3		
Teneur en matière sèche	3,8	3,7	4,2		
pH	80,6	71,4	73,6		
C.U.D. M.O.	37	51	50		
Quantités ingérées (moutons) (en g MS/kg p ^{0,75})	88	75	76		
Valeur U.F.V. / kg M.S.					
<u>. Quantités ingérées</u>	1	2	3	Moyenne (1 + 2 + 3)	
avec 2 kg orge : kg MS ensilage	4,38	4,30	5,32	4,67	
kg MS concentré	1,70	1,71	1,70	1,70	
kg MS total	6,08	6,01	7,02	6,37	
kg MS en % du poids vif	1,65	1,78	1,86	1,76	
avec 2 kg de pulpe : kg MS ensilage	3,99	3,74	5,08	4,27	
kg MS concentré	1,70	1,77	1,70	1,72	
kg MS total	5,69	5,51	6,78	5,99	
kg MS en % du poids vif	1,59	1,64	1,87	1,70	
<u>. Apports U.F.V.</u>					
avec 2 kg d'orge	5,82	5,22	6,01	5,67	
avec 2 kg de pulpe	5,23	4,59	5,58	5,13	
<u>. Apports P.D.I. (g/jour)</u>					
avec 2 kg d'orge PDIN/PDIE	500 / 535	410 / 475	610 / 590	505 / 535	
avec 2 kg de pulpe " "	450 / 510	365 / 450	570 / 590	460 / 515	
<u>. Gain de poids journalier (g)</u>					
avec 2 kg d'orge	705	725	970	800	
avec 2 kg de pulpe	840	560	1 010	805	

TABLEAU 4

ENGRAISSEMENT DE BOVINS AVEC DE L'ENSILAGE D'HERBE
COMPLETE PAR DE L'ORGE OU DE LA PULPE SECHE

Animaux	Lot : ORGE			Lot : PULPE		
	Castrés	Entiers	Moyenne	Castrés	Entiers	Moyenne
Nombre	6	11	17	6	12	18
Quantités ingérées / jour :						
(Ensilage	5,57	6,13	5,94	5,59	6,08	5,92
(Concentré	3,51	3,30	3,77	3,49	3,86	3,74
(Tourteau soja	0,14	0,15	0,15	0,14	0,15	0,15
(kg) (Total	9,22	10,18	9,86	9,22	10,09	9,80
(p.100 poids vif	1,79	1,78	1,78	1,76	1,76	1,76
U.F.V. / jour	8,8	9,7	9,4	8,3	9,1	8,8
. Durée de l'essai (jours)	76	87	83	76	86	83
. Gain de poids journaliers (g)	1 123 ± 279	1 455 ± 247	1 338 ± 301	1 295 ± 131	1 423 ± 149	1 386 ± 154
. Poids final (kg)	557,1 ± 46,3	636,0 ± 43,7	608,2 ± 58,1	570,2 ± 18,4	632,8 ± 25,6	611,9 ± 38,0
. Poids vif vide (kg)	458,7	522,4	500,0	464,7	510,7	495,4
. Poids de carcasse froide (kg)	296,0	341,2	325,2	302,5	337,1	323,9
. Rendement vrai (p. 100).....	65,8	66,6	66,3	65,4	67,3	66,7
. Proportion de dépôts adipeux dans la carcasse (p. 100)	14,5 ± 1,2	13,6 ± 1,5	13,9 ± 1,4	14,8 ± 2,0	12,8 ± 1,6	13,4 ± 1,9

UTILISATION PAR LES BOEUFs ET TAUREAUX A L'ENGRAIS

Méthodes

Durant l'hiver 1977-78, 36 animaux Normands âgés de 18 mois (12 bœufs pesant 471 kg et 24 taureaux pesant 510 kg) ont été engraisés à l'auge après une période de pâturage (1) avec une ration à base d'ensilage d'herbe complémente par du tourteau de soja. Ils ont été répartis en 2 lots homologues, l'un recevant 38 % de la matière sèche totale de la ration sous forme de pulpe sèche, l'autre la même quantité de matière sèche sous forme d'orge. Les quantités d'ensilage distribuées (Ray-Grass Anglais du 2^e cycle) étaient identiques pour les 2 lots et proches de la consommation volontaire. Les quantités totale de pulpes ou d'orge ingérées ont atteint 300 kg par animal castré et 380 kg par animal entier. On a mesuré les quantités d'aliments ingérées, la valeur alimentaire des ensilages et des rations (tableau 2) les gains de poids des animaux.

Les bœufs ont été abattus au bout de 75 jours d'engraissement et les taureaux au bout de 85 jours (+ 25 jours d'adaptation au régime hivernal). On a mesuré à l'abattage les poids vif vide, les poids de carcasse et la proportion des dépôts adipeux dans la carcasse à partir de celle mesurée dans la "11^e côte".

En outre, sur 3 bouvillons porteurs d'une fistule du rumen on a prélevé, durant 2 jours consécutifs sur chaque régime, du jus de rumen avant le repas et 1, 2, 3, 4, 6 et 8 heures après le repas. On a analysé les teneurs en acides gras volatils du jus de rumen.

TABLEAU 5

ORIENTATION DES FERMENTATIONS DANS LE RUMEN
(Moyenne des prélèvements effectués deux jours consécutifs sur 3 bouvillons fistulés)

Composition du jus de rumen	Acidité totale (en mMoles/litre)	en % des acides totaux					
		C2	C3	IC 4	C4	IC 5	C5
1) - <u>Ensilage + orge</u>							
Moyenne 0 à 8 h	78,7	58,3	23,8	1,2	13,8	1,5	1,4
3 h après le repas	90,1	57,9	23,7	1,3	14,3	1,3	1,4
2) - <u>Ensilage + pulpe</u>							
Moyenne 0 à 8 h	86,3	58,9	25,4	1,3	12,9	0,8	1,0
3 h après le repas	98,5	58,2	26,3	1,3	12,9	0,8	1,1

Résultats

L'ensilage utilisé était de bonne qualité (tableau 2). Du fait de la limitation de l'ingestion les quantités ingérées par les 2 lots d'animaux ont été presque identiques. En moyenne les gains de poids et les poids de carcasse des 2 lots ont été très voisins. Cependant les bœufs recevant de la pulpe ont eu un gain de poids vif, un poids vif vide et un état d'engraissement légèrement supérieur à celui des bœufs recevant de l'orge (différences non significatives) mais leur rendement en carcasse a été un peu inférieur. Les taureaux ayant reçu des pulpes ont eu le même gain de poids mais ont produit des carcasses un peu plus légères et un peu moins grasses (différences non significatives) que les animaux ayant consommé de l'orge. L'analyse des prélèvements de jus de rumen révèle un léger accroissement de l'acidité totale mais pas de modification notable de la composition du mélange des acides gras volatils en fonction du régime.

(1) Les bœufs avaient eu au pâturage un croît de 665 g/jour et les taureaux de 790 g/jour.

Les résultats de cet essai confirment les précédents (MULLER, BERANGER, 1978) indiquant une tendance à obtenir des carcasses un peu plus maigres avec une ration riche en pulpes sèches par rapport à une ration riche en céréales. Nous observons encore dans cet essai que les apports énergétiques calculés sont inférieurs dans le lot recevant de la pulpe par rapport au lot recevant de l'orge. Les productions obtenues sont cependant très voisines et impliquent une valeur énergétique des pulpes presque égale à celle de l'orge dans le cas de ces rations à base d'ensilage d'herbe.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats de ces différents essais confirment nettement l'intérêt de l'association entre l'ensilage d'herbe et les pulpes déshydratées.

Il apparaît en effet que la complémentation de l'ensilage par les pulpes n'entraîne pas d'effet négatif de "digestibilité associative" comme cela se produit avec les céréales. Il ne faut donc pas effectuer dans le calcul des rations des corrections correspondant à ce phénomène (Alimentation des Ruminants INRA 1978, p. 74) même lorsque la proportion d'aliment concentré atteint 40 % de la matière sèche totale de la ration.

Cependant, sans effectuer de corrections pour la digestibilité associative et en utilisant les valeurs énergétiques des tables ou celles qui résultent de nos mesures de digestibilité, les apports énergétiques calculés ne rendent pas compte des faibles différences observées par rapport à l'orge dans nos essais. Pour la croissance et l'engraissement la valeur énergétique des pulpes déshydratées apparaît très proche de celle de l'orge.

En association avec l'ensilage d'herbe les pulpes sèches ont une valeur d'encombrement supérieure à celle de l'orge, ce qui réduit l'ingestion d'ensilage mais ne présente guère d'inconvénient du fait de la valeur énergétique élevée de ces pulpes. En outre, cet aliment semble favoriser une réduction de l'état d'engraissement pour un même poids de carcasse.

Cette association entre pulpes sèches et ensilage d'herbe peut être insuffisante quant aux apports azotés d'autant plus que l'ensilage est moins bien consommé et que sa valeur azotée peut avoir été surestimée (teneur en azote fermentescible supérieure à celle estimée). Il faudra donc dans la plupart des cas apporter une petite quantité de tourteau pauvre en azote fermentescible en supplément. Sous réserve d'une complémentation azotée correcte, la constitution de rations à base d'ensilage d'herbe bien récolté et conservé et de pulpes sèches apparaît très intéressante pour la croissance et l'engraissement, permettant d'obtenir des croûts élevés sans excès de graisse avec 50 à 70 % de la matière sèche sous forme d'ensilage d'herbe.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier l'USICA de son concours technique qui a permis la réalisation de ces essais.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- HODEN A., JOURNET M., DEMARQUILLY C., GUEGEN L., 1975. Etude de la valeur alimentaire des pulpes déshydratées. Influence de la complémentation azotée Bull. Techn. CRZV Theix INRA (19) 5-13.
- MULLER A., BERANGER C., 1978. Production de jeunes bœufs à partir d'herbe - verte ou ensilée - complétée avec des pulpes sèches. Bull. Techn. CRZV Theix INRA (31) 5-10.

UTILISATION D'UN ENSILAGE D'HERBE DE QUALITE MEDIOCRE PAR LES BREBIS A LA FIN DE LA GESTATION ET AU BEBUT DE LA LACTATION

M. TISSIER et A. BRELURUT

Laboratoire de la Production Ovine

Les études concernant l'utilisation des rations à base d'ensilages (herbes ou maïs) par les brebis gestantes ou allaitantes (ou traites) sont encore rares. Elles se limitent à des observations ou à des expérimentations en lots, en France (ITOVIC, ITCF notamment) ou à l'étranger (FORBES et al., 1967 ; POTTER et PARKER, 1973). Les résultats sont souvent très différents quant aux niveaux de consommation et aux conséquences sur les performances zootechniques et l'état de santé des animaux. Ceci peut être dû à des différences d'ingestibilité et (ou) de valeur alimentaire des ensilages utilisés comme l'ont montré de nombreux travaux, notamment sur le mouton (travaux de DEMARQUILLY, ANDRIEU et DULPHY) ; l'ensilage est ingéré par des moutons en moins grande quantité que le fourrage vert initial surtout si les fermentations donnant naissance aux acides gras volatils ont été intenses (mauvaise qualité de conservation) (DEMARQUILLY, 1973). L'ingestibilité des ensilages est également fortement influencée par la finesse de hachage à laquelle les ovins sont beaucoup plus sensibles que les bovins : par exemple, DULPHY et MICHALET (1975), ont trouvé des accroissements d'ingestion d'ensilages à brins courts par rapport aux ensilages à brins longs de respectivement 93,9 et 32,9 % en moyenne pour des moutons et des génisses. Les répercussions de ces différences d'ingestibilité peuvent être très importantes pour les brebis à la fin de la gestation et au début de la lactation, périodes de besoins élevés. C'est pourquoi au Centre de Theix, on a entrepris une série d'études de l'ingestion et de l'utilisation des rations à base d'ensilage par les brebis, pendant les 6 à 8 dernières semaines de la gestation et les 6 premières semaines de la lactation. Une première expérience a porté sur l'ensilage de maïs (TISSIER, THERIEZ et MOLENAT, 1977). Nous avons poursuivi par l'étude d'une ration à base d'ensilage d'herbe dont nous rapportons ici les premiers résultats. Le but de cette expérience était d'une part de mesurer la quantité volontairement ingérée d'un ensilage de ray-grass d'Italie de qualité médiocre, et sa variation suivant la complémentarité en aliment concentré et, d'autre part d'étudier les conséquences sur la production des brebis.

MATERIELS ET METHODES

On a utilisé 48 brebis de race Limousine, âgées de 2 à 7 ans, luttées au début de novembre 1977 et portant de 1 à 3 fœtus, qui ont été logées et nourries en cases individuelles à partir de 8 semaines avant la date présumée d'agnelage.

L'ensilage de ray-grass d'Italie a été distribué à volonté, comme seul aliment jusqu'à la 6^e semaine avant l'agnelage. Il a ensuite été complété par 3 niveaux d'apports d'aliment concentré : 100, 350 et 600 g pendant la gestation, 300, 500 et 700 g pendant la lactation (tableau 1). L'ensilage a été réalisé au 1^{er} cycle de la végétation, début épiaison par temps pluvieux, avec une machine à tambour hacheur (brins moyens 5 à 10 cm) et conservé en silos couloir après adjonction d'un conservateur. Sa composition chimique et ses caractéristiques fermentaires (tableau 2) permettent de le qualifier de "médiocre" pour la qualité de conservation (DULPHY, DEMARQUILLY et MICHALET-DOREAU, communication personnelle). L'aliment concentré était constitué de maïs-grain conservé avec de l'acide propionique et de tourteau de soja en différentes proportions pour obtenir des rations isoazotées. Les conditions expérimentales détaillées (schéma de l'expérience - mesures) sont indiquées dans le tableau 1.

TABLEAU 1
CONDITIONS EXPERIMENTALES

- Schéma de l'expérience

Niveau de complémentation (4)			nombre de brebis dans chaque lot suivant le type de portée		
Désignation	Gestation (g/j)	Lactation (g/j)	simple	double	triple (2)
bas	100 TS	300 TS	6 (9) (1)	-	-
moyen	100 TS (3) } 350 250 MGP }	300 TS } 500 200 MGP }	4 (9)	13 (12)	-
haut	100 TS } 600 500 MGP }	300 TS } 700 400 MGP }		12 (10)	6 (6)

(1) nombre de brebis retenues pour les calculs différent de celui prévu au protocole (entre parenthèses) par suite d'accidents divers, et également de diagnostics erronés du nombre de fœtus (radiographie aux rayons X) particulièrement importants dans le lot moyen simple.

(2) ces brebis n'ont allaité que 2 agneaux

(3) TS = tourteau de soja - MGP = maïs grain propionique. Quantités exprimées en poids frais (g/brebis/j).

(4) Pendant toute l'expérience les brebis ont reçu un complément minéral approprié (30 g en gestation et 40 g en lactation).

- **Conduite alimentaire** : distribution 2 fois par jour de l'aliment concentré ingéré rapidement en totalité, puis de l'ensilage de ray-grass à volonté

- **Mesures effectuées** : . quantités ingérées d'ensilage et d'aliment concentré chaque jour pendant 5j/semaine
 . pesée des brebis (lutte, début et fin d'expérience et toutes les semaines pendant l'expérience)
 . pesée des agneaux (naissance, puis toutes les semaines)
 . production laitière de 24 brebis (12 doubles et 12 simples) chaque semaine par pesée des agneaux avant et après tétée
 . digestibilité de l'ensilage sur 6 brebis en cages à digestibilité (6 jours de mesure).

TABLEAU 2
COMPOSITION, VALEUR ALIMENTAIRE ET CARACTERISTIQUES FERMENTAIRES DE L'ENSILAGE DE RAY-GRASS

Composition et valeur alimentaire		Caractéristiques fermentaires	
Matière sèche (p.100)	17,1	pH	4,44
Cendres	75,5		
Matières azotées	93,2		
CUD MO (p.100)	73,1		
MOD	676		
AD	64,5		
PDIE	72,4		
PDIN	56,6		
UFL/kg MS	0,90		
		acide acétique	56,1
		acide propionique	5,8
		acide butyrique	4,3
		alcools	11,5

Valeurs calculées par rapport à la MS corrigée pour les pertes à l'étuve

RESULTATS

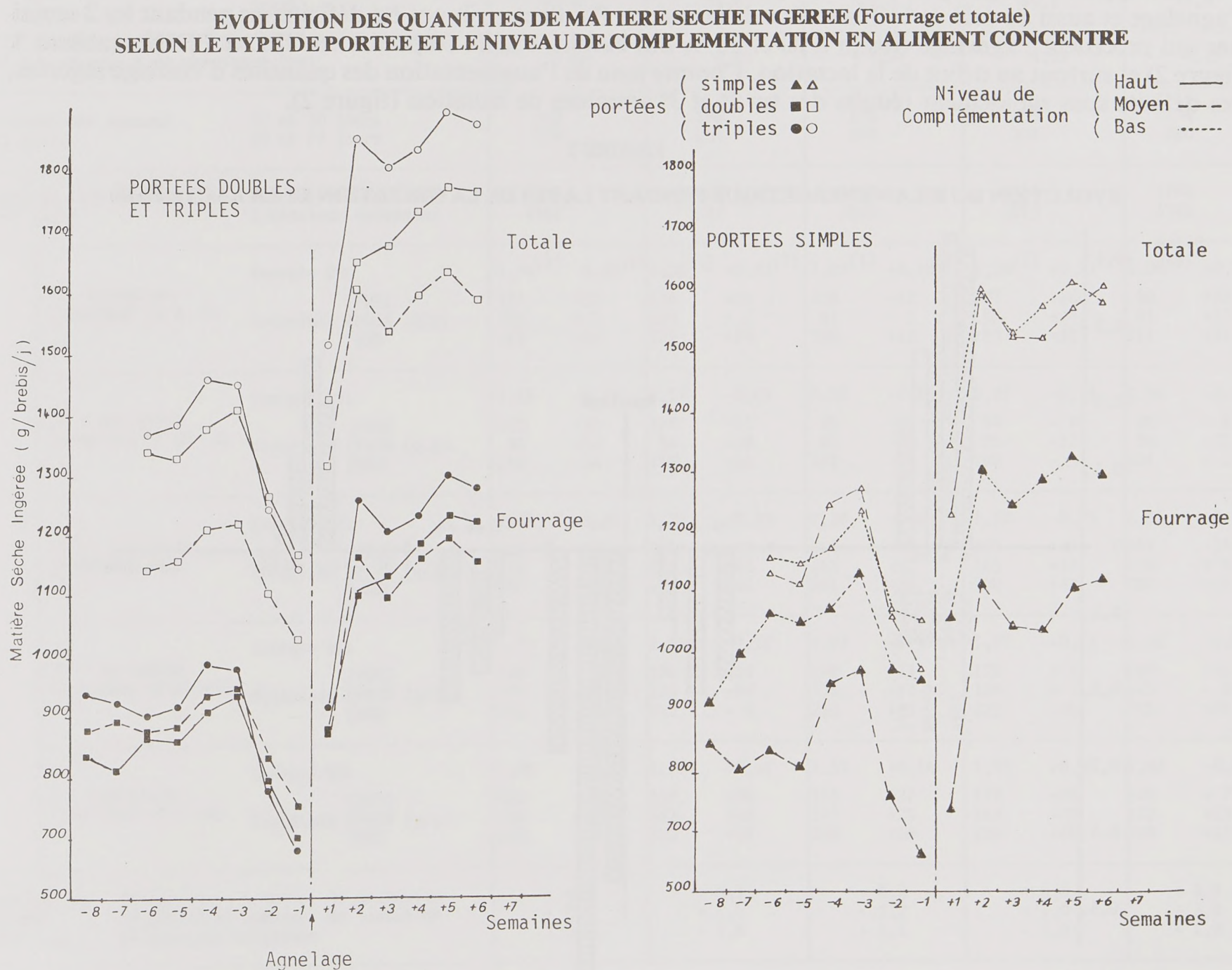
Quantités ingérées (figure 1, tableau 3)

D'une manière générale, les quantités d'ensilage de ray-grass ingérées ont été faibles ne dépassant guère 850 g de MS à la fin de la gestation (sauf pour le lot bas simple) et 1 200 g pendant la lactation, soit approximativement 35 à 55 g par kg de poids métabolique.

Elles sont restées à peu près constantes ou augmentent entre la 8^e et la 3^e semaine avant l'agnelage et ne sont pas diminuées par l'introduction de l'aliment concentré à partir de la 6^e semaine. Par contre elles ont diminué au cours des deux dernières semaines de la gestation selon les lots de 18 à 35 % des quantités ingérées à la semaine - 3. Au début de la lactation, les quantités d'ensilages ingérées ont augmenté pour tous les lots d'abord par rapport à celles de la dernière semaine de gestation, puis surtout entre la 1^{re} et la 2^e semaine : entre les semaines - 1 et + 2, l'augmentation moyenne est d'environ 55 % (par rapport à la semaine - 1) dont grossièrement les deux tiers s'effectuent entre les semaines + 1 et + 2. Au delà de la deuxième semaine de lactation, les quantités ingérées sont restées à peu près constantes ou seulement en légère augmentation jusqu'à la fin de l'expérience à 6 semaines de lactation.

L'apport de quantités croissantes d'aliments concentrés ne modifie que peu ou pas la quantité d'ensilage ingérée par les brebis portant 2 ou 3 fœtus, ou allaitant 2 agneaux ; ceci se traduit par une augmentation de la matière sèche totale ingérée aussi bien pendant la gestation que pendant la lactation (figure 1). Au contraire, pour celles qui portent ou allaitent 1 agneau, une augmentation de 100 g d'apport d'aliments concentrés se traduit par une diminution de la quantité d'ensilage ingérée de 89 à 115 g pendant la gestation et de 97 à 109 g pendant la lactation, d'où une substitution complète aboutissant à une même consommation totale de matière sèche.

FIGURE 1



Par ailleurs, lorsqu'elles disposent de la même quantité d'aliments concentrés, les brebis portant puis allaitant 1 agneau ont une quantité d'ensilage ingérée, rapportée au poids métabolique, inférieure à leurs homologues portant puis allaitant 2 agneaux (lot moyen).

Variations de poids et production des brebis (tableau 3)

Les brebis gagnent du poids (de 5,5 à 8 kg) au cours des six dernières semaines de la gestation en raison de la croissance des fœtus. Pour un même nombre de fœtus portés elles gagnent, ce qui est logique, plus de poids vif avec le niveau de complémentation élevé qu'avec le faible niveau (cas des doubles notamment).

Au début de la lactation, on observe un gain de poids (de 1 à 3 kg pendant les 3 premières semaines) qui est sans doute dû à l'augmentation du poids des contenus digestifs et à celle de l'eau corporelle (TISSIER, résultats non publiés). Pendant les semaines suivantes, on observe une perte de poids dans la plupart des lots (de l'ordre de 1 kg).

Le niveau de complémentation n'affecte pas significativement le poids à la naissance et les croissances des agneaux. Cependant, à même nombre d'agneaux allaités, les croissances sont légèrement supérieures (environ 20 g/j) avec les niveaux de complémentation les plus élevés aussi bien avant qu'au delà de 30 j (tableau 3).

Estimation des bilans énergétiques et azotés (tableau 3, figure 2)

Ces bilans ont été calculés d'après les apports alimentaires recommandés pour les performances (poids des agneaux à la naissance - production laitière des mères) effectivement réalisées dans l'expérience.

Les apports énergétiques et azotés (tableau 3) ont été excédentaires au cours des 6^e à 4^e semaines avant l'agnelage et aussi au delà de la 3^e semaine de lactation. Par contre, ils ont été déficitaires pendant les 2 semaines qui précèdent l'agnelage (jusqu'à 20 et 50 % des besoins totaux respectifs en UFL et PDIN - tableau 3, figure 2) et surtout au début de la lactation. Compte tenu de l'augmentation des quantités d'ensilage ingérées, ces déficits sont rapidement réduits dès les 2^e et 3^e semaines de lactation (figure 2).

FIGURE 2

EVOLUTION DU BILAN ENERGETIQUE PENDANT LA FIN DE LA GESTATION ET LA LACTATION

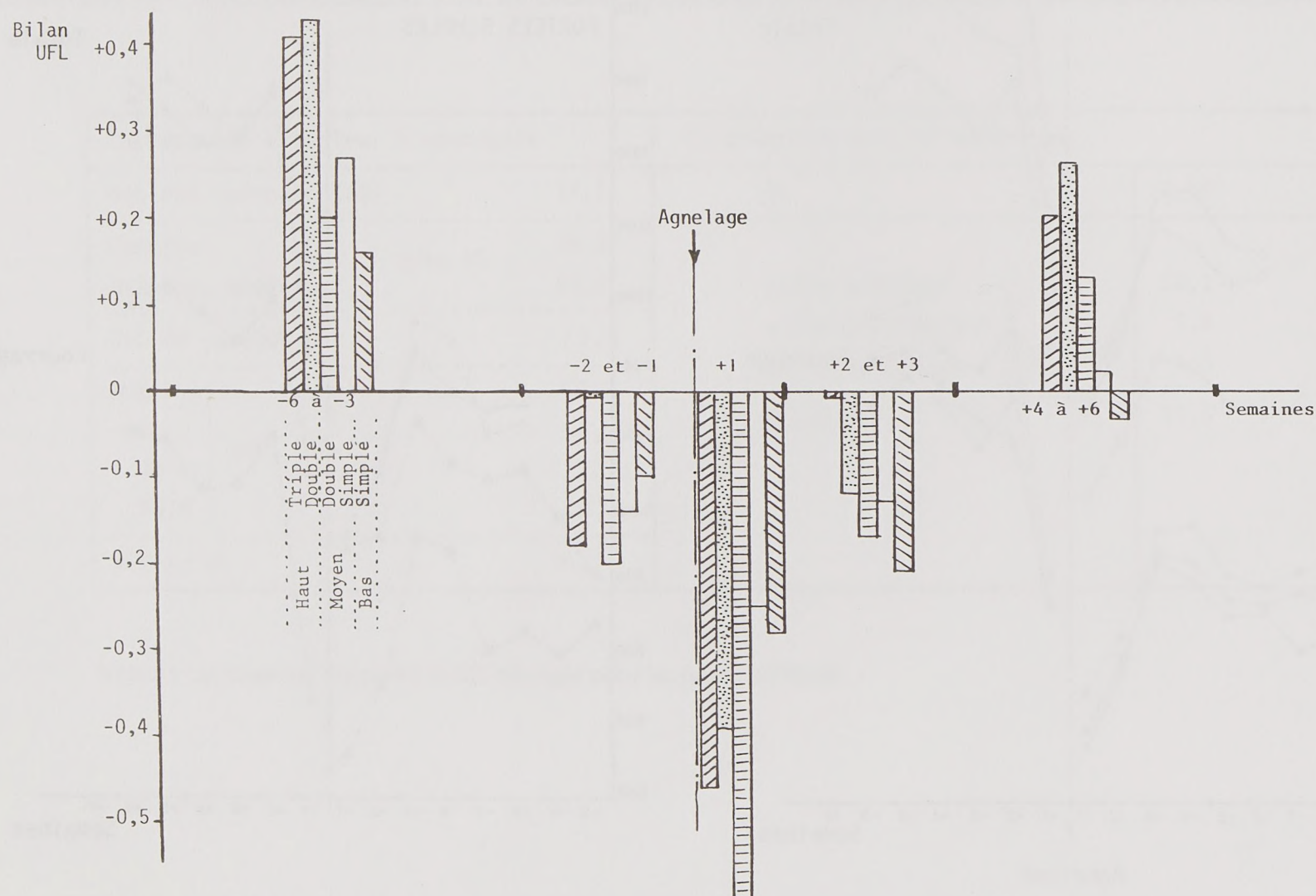


TABLEAU 3

QUANTITES INGEREES ET PERFORMANCES DES BREBIS

Niveaux de complémentation en aliments concentrés			h a u t		m o y e n		b a s							
Type de portée			triple		double		double		simple		simple			
Poids des brebis 1 semaine après l'agnelage (PV ₊₁)(kg)			58,8		57,7		58,7		65,2		62,1			
Quantité de MS ingérée g/kg PV _{0,75} sem. +1	I - Gestation (semaines -6 à -3)	ensilage de RGI maïs grain propionique tourteau de soja total	39,0 17,5 4,6 61,1	37,8 17,7 4,7 60,2	38,0 8,4 4,4 50,8	34,3 8,6 4,5 47,4	42,5 - 4,3 46,8							
	II - Gestation (semaines -2 et -1)	ensilage de RGI maïs grain propionique tourteau de soja total	29,4 17,5 4,6 51,5	31,1 17,7 4,7 53,5	32,8 8,4 4,4 45,6	26,7 8,6 4,5 39,8	37,7 - 4,3 42,0							
	III - Lactation (semaines +1)	ensilage de RGI maïs grain propionique tourteau de soja total	38,5 14,4 14,0 66,9	37,3 13,3 12,8 63,4	36,6 6,9 13,9 57,4	27,9 7,0 14,1 49,0	43,1 - 12,9 56,0							
	IV - Lactation (semaines +2 et +3)	ensilage de RGI maïs grain propionique tourteau de soja total	53,4 14,4 14,0 81,8	48,7 13,3 12,8 74,8	48,6 6,9 13,9 69,4	42,7 7,0 14,1 63,8	52,9 - 12,9 65,8							
	V - Lactation (semaines +4 à +6)	ensilage de RGI maïs grain propionique tourteau de soja total	55,2 14,4 14,0 83,6	53,5 14,2 15,7 81,4	50,5 6,9 13,9 71,3	43,0 7,0 14,1 64,1	52,1 - 12,5 64,6							
Poids des agneaux à la naissance (kg)			3,01		3,48		3,37		4,33		4,27			
Croissance des agneaux (g/j) entre			10 et 30 jours 30 et 70 jours		208 276		196 294		179 274		258 302		234 280	
Production laitière des brebis (g/j)			3 premières semaines 3 semaines suivantes		1766 1402		1620 1137		1559 1043		1214 1079		1298 1145	
Apports alimentaires réalisés (1) et bilans (2)	I - Gestation (semaines -6 à -3)	Energie UFL (PDIE Protéines (PDIN (g/j) (MAD	1,34 ⁽¹⁾ 0,41 ⁽²⁾ 127 +22 106 + 1 123 +12	1,30 ⁽¹⁾ +0,43 ⁽²⁾ 124 +31 104 + 9 121 +24	1,07 ⁽¹⁾ +0,20 ⁽²⁾ 104 +12 91 - 1 108 +12	1,14 ⁽¹⁾ +0,27 ⁽²⁾ 107 +26 95 +14 113 +31	1,00 ⁽¹⁾ +0,16 ⁽²⁾ 98 +20 91 +13 111 +31							
	II - Gestation (semaines -2 et -1)	Energie UFL (PDIE Protéines (PDIN (g/j) (MAD	1,15 -0,18 112 -35 95 -52 110 -54	1,17 -0,01 114 -11 96 -29 112 -26	0,97 -0,20 96 -28 85 -39 101 -35	0,92 -0,14 94 - 4 85 -13 102 - 1	0,90 -0,10 90 - 6 85 -11 104 + 3							
	III - Lactation (semaines +1)	Energie UFL (PDIE Protéines (PDIN (g/j) (MAD	1,48 -0,46 175 -54 174 -55 215 -41	1,37 -0,39 161 -43 160 -44 197 -30	1,24 -0,59 154 -59 161 -52 201 -35	1,17 -0,25 154 + 2 165 +13 208 +43	1,20 -0,28 149 -14 159 + 4 200 +22							
	IV - Lactation (semaines +2 et +3)	Energie UFL (PDIE Protéines (PDIN (g/j) (MAD	1,77 -0,01 198 - 8 192 -13 236 - 8	1,59 -0,12 178 -19 173 -24 212 - 6	1,47 -0,17 172 -13 175 -11 218 +13	1,47 -0,13 178 + 1 184 + 7 229 +36	1,39 -0,21 164 -15 171 - 8 218 +21							
	V - Lactation (semaines +4 à +6)	Energie UFL (PDIE Protéines (PDIN (g/j) (MAD	1,80 +0,20 201 +21 194 +14 238 +39	1,73 +0,31 193 +38 187 +32 220 +39	1,51 +0,14 175 +27 177 +29 220 +58	1,48 +0,03 179 +23 184 +28 230 +60	1,42 -0,04 166 + 7 172 +13 216 +41							
Variations de poids des brebis (kg)			(6 dernières semaines de gestation (3 premières semaines de lactation (3 semaines suivantes		+ 6,3 + 2,0 + 0,3		+ 8,1 + 1,5 - 1,6		+ 6,2 + 1,2 - 1,1		+ 6,0 + 1,9 - 0,8		+ 5,5 + 3,0 - 1,0	

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

La quantité de matière sèche d'ensilage ingérée a été inférieure, d'environ 25 % en fin de gestation et de 10 % au début de la lactation, à celle observée sur des animaux comparables recevant un foin de qualité moyenne et une quantité d'aliment concentré intermédiaire entre celles distribuées aux lots moyen et bas de cette expérience (TISSIER, THERIEZ et MOLENAT, 1975). Ces faibles consommations sont liées vraisemblablement à la qualité de conservation médiocre reflétée par les teneurs en acides gras volatils et le pH de l'ensilage, mais également au hachage trop grossier auquel les ovins sont particulièrement sensibles (DULPHY et MICHALET, 1975). Une telle qualité de conservation a été observée sur beaucoup d'ensilages réalisés au printemps 1977 (DULPHY, communication personnelle) avec notamment une faible teneur en matière sèche. Outre les faibles consommations moyennes, les courbes d'évolution de la matière sèche de fourrages ingérée au début de la lactation sont caractéristiques d'un fourrage peu ingestible : après une augmentation toujours observée au cours de la semaine qui suit l'agnelage, les quantités ingérées n'augmentent plus ou seulement très lentement (cf TISSIER et THERIEZ, 1978).

Malgré cette ingestibilité médiocre, les brebis avec 1 agneau ont compensé un faible apport d'aliment concentré en consommant plus d'ensilage que ce soit pendant la gestation ou la lactation ; on ne peut cependant pas généraliser ce résultat en raison du faible nombre d'animaux dans les lots et du fait qu'une telle substitution quasi complète s'observe plutôt avec des fourrages de très bonne ingestibilité. D'ailleurs, la substitution n'apparaît pas pour les brebis à 2 agneaux. Bien qu'il soit difficile d'interpréter ces différences avec les seuls résultats de cette expérience, on peut penser qu'elles soient dûes en partie à des phénomènes de régulation de l'ingestion des fourrages : limitation des quantités ingérées à la fin de la gestation et dépenses énergétiques de lactation, toutes deux étant plus importantes pour les brebis à portée double que pour celles à portée simple (cf TISSIER et THERIEZ, 1978). Pour les premières, il en résulte deux niveaux d'apports énergétiques différents (de 15 à 20 %) consécutifs à la complémentation en aliments concentrés. Ces apports différents n'affectent pas significativement le poids des agneaux à la naissance car même pour le niveau bas les brebis ne sont en déficit énergétique qu'au cours des deux dernières semaines de gestation.

Compte tenu de la valeur énergétique élevée de l'ensilage (près de 0,9 UFL/kg MS), les apports énergétiques recommandés pendant les 6 dernières semaines de gestation auraient sans doute pu être couverts en totalité si, pour une même quantité totale distribuée on avait augmenté graduellement les apports d'aliments concentrés au lieu de les maintenir constants jusqu'à l'agnelage. Par contre, pendant les 3 premières semaines de la lactation, le déficit est élevé pour tous les lots, ce qui peut expliquer les faibles productions laitières observées et les croissances des agneaux tout au plus satisfaisantes entre 10 et 30 jours.

En définitive, un ensilage d'herbe de qualité de conservation médiocre peut, à condition d'avoir une valeur énergétique élevée et d'être complémenté par un aliment concentré approprié, constituer une ration satisfaisante pendant la gestation. Par contre, au début de la lactation, il faudrait distribuer trop d'aliment concentré pour éviter des déficits énergétiques excessifs et il est nécessaire de le complémenter avec un autre fourrage de bonne qualité (foin, par exemple).

Un ensilage réalisé avec le même fourrage (valeur énergétique élevée) mais avec une meilleure qualité de conservation et haché plus finement devrait permettre des niveaux d'ingestion plus élevés comme on l'a observé chez le mouton castré (travaux de DULPHY et DEMARQUILLY) et également une augmentation plus rapide des quantités ingérées au début de la lactation ; ceci devrait conduire à de meilleures performances de production, même avec des apports limités d'aliments concentrés. Des travaux avec un tel fourrage doivent être entrepris pour compléter les résultats de la présente expérience et préciser les phénomènes de substitution liés à la complémentation.

Il faut noter que nous n'avons pas observé d'accidents de type listériose au cours des 3 mois environ où les brebis ont reçu la ration d'ensilage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DEMARQUILLY C., 1973. Composition chimique, caractéristiques fermentaires, digestibilité et quantités ingérées des ensilages : modification par rapport au fourrage vert initial. *Ann. Zootech.* **22**, 1-35.

DULPHY J.P., Brigitte MICHALET, 1975. Influence comparée de la machine de récolte sur les quantités d'ensilage ingérées par des génisses et des moutons. *Ann. Zootech.* **24**, 757-763.

FORBES J.M., REES J.K., BOAZ T.G., 1967. Silage as a feed for pregnant ewes. *Anim. Prod.* **9**, 399-408.

POTTER E.L., PARKER C.F., 1973. Supplemented corn silage a complete feed for ewes. *Ohio Report Development* **58**, 70-71.

TISSIER M., THERIEZ M., MOLENAT G., 1975. Evolution des quantités d'aliments ingérées par la brebis à la fin de la gestation et au début de la lactation. Incidences sur les performances. I - Etude de deux rations à base de foin de qualité différente. *Ann. Zootech.* **24**, (4) 711-727.

TISSIER M., THERIEZ M., MOLENAT G., 1977. Evolution des quantités d'aliments ingérées par la brebis à la fin de la gestation et au début de la lactation. Incidences sur les performances. II - Ration à base d'ensilage de maïs et de foin. *Ann. Zootech.* **26**, 149-166.

TISSIER M., THERIEZ M., 1978. Variations des quantités d'aliments ingérés par la brebis. 4^e Journées de la recherche ovine et caprine. Ed. SPEOC p. 38-53.

COMPARAISON ECONOMIQUE ENTRE RACE HOLSTEIN ET RACE NORMANDE

PREMIERS RESULTATS

J.J. COLLEAU *, G. LIENARD **, M. JOURNET ***

* *Station de Génétique Quantitative et Appliquée - C.N.R.Z. - I.N.R.A. - 78350 JOUY-EN-JOSAS*

** *Laboratoire de Recherches sur l'Economie de l'Elevage*

*** *Laboratoire de la Production Laitière*

L'introduction en France de rameaux laitiers spécialisés du type Holstein pose le problème de leur intérêt économique au niveau des élevages, sachant que par ailleurs l'équilibre national entre les productions de lait et de viande s'en trouvera profondément modifié (R. JARRIGE, G. LIENARD, 1976).

Les éleveurs ayant déjà opté pour une vache laitière spécialisée, en particulier ceux qui possèdent des Pies-Noires, sont intéressés par la comparaison entre le rameau Holstein et les rameaux Frisons Européens (FRS et NRS). Dans ce domaine, on dispose de quelques résultats, soit d'ordre zootechnique (JOURNET et al., 1973 ; CHEVALONNE, 1978), soit d'ordre microéconomique (GUITTET, 1975 ; DUBIS, 1978) qui permettent de penser que l'introduction de la Holstein semble économiquement positif (au niveau des exploitations) dans les conditions envisagées, en dépit de ses inconvénients bien connus, sur le plan de la production de viande notamment. Les conditions de ces comparaisons sont celles d'une production laitière intensive, reposant sur des fourrages de qualité, en particulier pour l'alimentation hivernale. Ces comparaisons mériteraient d'être étendues à d'autres situations d'élevage. Il ne faut toutefois pas se cacher que l'appareil de la sélection en race Pie-Noire est d'ores et déjà bien engagé vers la "Holsteinisation" (COLLEAU, 1978).

Cette évolution actuelle de la Pie-Noire fait que de plus en plus, les éleveurs de races mixtes, notamment de Normandes, auront le choix entre rester dans leur race d'origine, ou opter pour une Pie-Noire très Holsteinisée, voire pour la Holstein pure. Dans quelle mesure et où est-il économiquement intéressant d'effectuer ce changement ?

L'analyse entreprise ici vise à proposer un certain nombre d'éléments de réponses à cette question à partir des données expérimentales recueillies au Domaine INRA du PIN-AU-HARAS.

I - L'EXPERIMENTATION DU PIN-AU-HARAS

Cette expérimentation, en cours depuis 1968, comprend plusieurs thèmes qui s'adaptent à l'évolution des problèmes de sélection des races laitières en France.

Le premier thème d'étude avait essentiellement pour but de comparer la race Normande, type de race mixte, à la race Holstein, type de race spécialisée laitière. Cette comparaison était toutefois planifiée de façon à comparer sans distorsion les niveaux génétiques moyens des deux races, au moment de la mise en place, l'utilisation de reproducteurs très sélectionnés étant prévue pour la suite de l'expérience. Ce thème expérimental est maintenant terminé, les résultats techniques en sont établis en majeure partie (COLLEAU, 1976) et ce sont eux que nous utiliserons ici.

Les animaux sont nés au Pin sur trois campagnes : 1969, 1970 et 1971. Leurs mères avaient un niveau génétique évalué à environ + 200 kg de lait par rapport à leurs races respectives (COLLEAU, 1972) essentiellement grâce aux grands-pères maternels en race Normande et grâce aux grands-mères maternelles en race Holstein canadienne. De ce fait, la comparaison des animaux du premier thème ne semble pas distordue par le

niveau génétique des mères. Les pères utilisés en race Holstein étaient constitués par les 6 taureaux Holstein mis en testage en 1968 par les Centres de Charmoy et de Frais-Marais (index moyen pondéré : + 1 079 kg de lait). Les pères utilisés en race Normande étaient constitués par des taureaux testés légèrement positifs en production de matière grasse, et donc négatifs en lait pour certains (index moyen pondéré 1976 : + 114 kg de lait). Il faut signaler que certains des 6 taureaux Holstein utilisés avaient un index nettement inférieur à l'index moyen des taureaux Holstein actuellement connus (+ 880 kg de lait).

La conduite des femelles laitières est saisonnière, avec rentrée à l'étable vers le 20 octobre et mise à l'herbe vers le 15 avril. Le niveau de production laitière permis par la ration de base hivernale (maïs + luzerne déshydratée, ou ensilage d'herbe) est limité volontairement (5 à 9 kg de lait suivant le n° de lactation) en raison de la présence de Charolaises et de croisées Charolaises dans cette partie de l'expérience. L'apport de concentré est ajusté toutes les semaines suivant le niveau de production laitière constaté. En période estivale, cet apport dépend également de la valeur estimée de la ration de base, notamment en fonction du stade de végétation de l'herbe. L'accroissement des apports d'aliment concentré en début de lactation a été fait en fonction d'une augmentation supposée de la production de lait, de 25 % en 1^{ère} lactation et de 15 % pour les lactations suivantes, entre le 4^e, 5^e et 6^e jour et le moment du pic de production ; ceci a un peu pénalisé les vaches en deuxième lactation, compte tenu des connaissances actuelles.

Dans cette partie de l'expérience, les génisses ont été inséminées, avec induction des chaleurs, pour vèler début novembre, ceci afin de permettre des conditions d'alimentation homogènes en début de lactation, avec utilisation d'ensilage de maïs. Mais cette pratique conduit ensuite à inséminer les vaches au cours des 1^{ère} et 2^e lactations à une époque peu favorable à la reproduction ; l'augmentation des intervalles de vêlages a entraîné un décalage systématique de la date des vêlages ultérieurs. Ceux-ci se sont faits en saisons moins favorables pour la production laitière.

Ces particularités de conduite ayant été appliquées aux deux races, les comparaisons entre elles devraient en être peu biaisées.

Dans le cadre de l'expérience, le taux de réforme est maintenu au minimum de manière à permettre des comparaisons sans sélection sur 3 lactations successives.

II - LE MODELE DE BASE

II-1 - Difficultés et limites de la modélisation

Deux questions préalables se posent :

- Dans les conditions du Pin, dispose-t-on de toutes les données permettant d'établir un bilan économique valable ?

- Les conditions du Pin sont-elles représentatives, ou plus exactement comment avoir une idée des résultats qui pourraient être obtenus dans d'autres situations ?

Même dans des conditions expérimentales très contrôlées, il n'est pas possible d'observer toutes les variables nécessaires au calcul économique global, relatives aux recettes, aux coûts variables, aux surfaces et aux coûts fixes qui s'y rattachent. Certaines valeurs ont pu être observées directement dans le cadre de l'expérience, telles les productions laitières ou les poids de carcasse, d'autres ont dû être déduites et reconstituées, comme, par exemple, la valeur des vaches à la réforme ou les surfaces nécessaires à l'entretien des différents types d'animaux. Le détail des hypothèses effectuées apparaîtra quand nous ferons l'exposé des bases zootechniques et des bases de prix utilisées pour les calculs.

Les conditions de l'expérimentation du Pin, sont, en toute rigueur, particulières. Cependant, il nous a semblé qu'il était possible d'analyser sans trop d'erreurs certaines situations, non étudiées au Pin, où les variations portent par exemple sur le taux de réforme, le taux de mortalité, la politique de vente des génisses excédentaires, la politique d'utilisation des mâles. Le supplément d'hypothèses à effectuer par rapport aux données strictes du Pin apparaît nul ou minime. Nous appellerons de telles situations des situations "paramétrées".

D'autres situations paraissent à priori extrêmement intéressantes à analyser concernant par exemple, le niveau de la ration de base, le niveau de concentré, ou encore le niveau génétique laitier des animaux, car elles pourraient remettre fondamentalement en cause les résultats en mettant en évidence le domaine d'utilisation idéal des races spécialisées et des races mixtes. Ces situations "différentes" sont si éloignées de celles du Pin que le nombre d'hypothèses à effectuer pour y "simuler" les résultats devient rapidement très élevé. Nous avons pensé néanmoins que nous devions faire une tentative dans ce domaine, ne serait-ce que pour fournir des idées en vue d'une vérification expérimentale ultérieure.

II-2 - Le modèle utilisé

Les résultats définitifs concernant la production laitière n'étaient connus que sur la première et la deuxième lactations, au moment de l'étude (1976-1977), aussi avons-nous imaginé un modèle où nous n'avons considéré que ces deux lactations et tous les produits, coûts, surfaces qui s'y rattachent. Il s'agit donc de troupeaux "tronqués".

L'extrapolation que nous en faisons à un troupeau complet où toutes les lactations sont représentées nous paraît conserver une assez bonne approximation, dans la mesure où l'écart de production laitière entre races ne semble pas dépendre de l'âge, et dans la mesure où dans nos conditions, c'est-à-dire en l'absence de sélection, l'effet de l'âge sur les productions est atténué.

II-21 - Indicateur économique utilisé

Il est nécessaire de prendre un indicateur économique qui ait la valeur la plus générale possible, mais qui reste proche de l'économie des exploitations. Nous utiliserons, non pas une "marge" par vache, mais une "marge" par hectare de surface fourragère : c'est bien en effet le facteur limitant que la majorité des producteurs de lait cherchent à optimiser. Ce choix est le plus général (1) et celui qui permet le mieux d'ajouter au troupeau de vaches les différentes destinations possibles pour les veaux.

En outre, il est très difficile, dans l'état des connaissances, de tenir compte des différences de consommation à l'herbe et surtout de les traduire en différence de surface nécessaire aux deux génotypes, compte tenu des interactions entre la production d'herbe et le mode d'exploitation du pâturage, notamment l'intensité du pâturage (dans l'expérimentation, les deux troupeaux ont été conduits ensemble au pâturage, pour homogénéiser au maximum les conditions de milieu). C'est pourquoi, afin de mieux tenir compte des besoins réels des animaux sur toute l'année, et mieux maîtriser le coût alimentaire, nous avons supposé que le troupeau était alimenté uniquement avec de l'ensilage de maïs comme ration de base (les consommations de concentré, supposé acheté, étant celles observées dans l'expérimentation, du moins en première hypothèse). Cette simplification a, certes, l'inconvénient de rendre les résultats obtenus moins "représentatifs", du moins dans leur valeur absolue. **Mais la hiérarchie des résultats ne doit pas être affectée par cette hypothèse.**

La "marge" ainsi établie est donc une "marge" par hectare de maïs ensilé.

Pour l'établir, nous n'avons pris en compte que les **éléments variables** d'une situation à l'autre :

- Produits (lait et viande)
- Charges : uniquement celles relatives au troupeau (aliments concentrés, vétérinaire, inséminations, frais divers d'élevage particuliers).

En revanche, **les frais communs** aux différentes situations (frais de production et de conservation du maïs ensilage, **charges de structure**) ne sont pas pris en compte ; chaque éleveur pourra les évaluer selon ses propres conditions. La marge utilisée ici correspond donc, pour reprendre la terminologie de la gestion agricole, à une "**marge bovine**" (sans déduction des frais de production fourragère).

(1) Cependant, un certain nombre d'éleveurs peuvent considérer leur étable, ou le travail comme le facteur fixe à optimiser, surtout ceux qui disposent d'une certaine surface et d'une unité de production déjà correcte. Dans ce cas, la "marge par vache" les concernerait davantage. Mais il n'est pas possible d'intégrer directement les différentes destinations données aux veaux. La marge "par U.G.B." serait ici trop imprécise.

Les quantités d'ensilage de maïs nécessaires ont été calculées en faisant la différence entre les besoins des animaux et l'apport des aliments concentrés. On a pu en déduire la surface nécessaire de maïs fourrage compte tenu des rendements en matière sèche utilisable par hectare.

II-22 - Bases techniques et économiques

Les données zootechniques observées concernent les résultats connus fin 1976. Les prix utilisés sont ceux de l'année 1976/77.

a) LES PRODUITS

a1 - Production laitière

Le prix du kg de lait est égal à 0,95 F pour un taux butyreux moyen de 37 ‰. Le prix du point de taux butyreux de part et d'autre de cette valeur est supposé constant ou égal à 0,012 F/kg. Dans un premier temps nous ne tiendrons pas compte du taux azoté, compte tenu du faible prix qui lui est accordé dans la situation actuelle.

Les productions observées au Pin sont au tableau 1. On pourra être surpris du faible niveau de la L2 par rapport à celui de la L1. Plusieurs raisons, dont certaines déjà évoquées, peuvent l'expliquer : - la durée de lactation plus faible des L2, - le décalage des vêlages vers une saison moins favorable (l'intervalle V1 - V2 est de l'ordre de 400 jours), - le rationnement en aliment concentré précédemment défini, qui tend à pénaliser les lactations des multipares, - l'excellente condition des animaux lors du démarrage de la 1^{re} lactation (vêlage à près de 3 ans, à un poids élevé). On peut y ajouter également l'absence de sélection en L1. Cependant, l'importance de ce dernier facteur est probablement faible car une enquête effectuée sur les données du contrôle laitier de l'Orne intéressant 61 élevages mixtes Normandes-Frisonnes permet de constater que l'augmentation entre L₁ et L₂ sur les mêmes vaches est de l'ordre de 15 ‰ (en production journalière) contre 2 à 3 ‰ au Pin (tableau 1).

TABEAU 1

PERFORMANCES DE PRODUCTION LAITIÈRE OBSERVÉES DANS LES CONDITIONS DU PIN ET DANS L'ORNE

LE PIN-AU-HARAS		HOLSTEIN		NORMANDE	
		L ₁	L ₂	L ₁	L ₂
	Effectif	18	18	71	64
	Lait (kg)	5 713	5 790	3 484	3 447
	Matières grasses(kg)	219,9	207,7	147,1	140,7
	Matières azotées(kg)	183,4	182,0	125,9	123,7
	T.B. ‰	37,9	35,9	42,1	40,7
	T.A. ‰	32,3	31,5	36,2	36,0
	Lait 4 %	5 583	5 431	3 600	3 489
	Age au vêlage (mois)	34,1	46,4	35,9	48,2
	Durée lactation (j)	347	329	319	303
Concentré (kg)	1 323	1 174	591	531	

troupeaux mixtes de l'ORNE		FRISONNE			NORMANDE		
		L ₁	L ₁ (1)	L ₂	L ₁	L ₁ (1)	L ₂
	Effectif	1 002	817	817	1 193	823	823
Lait (kg)	3 727	3 806	4 279	2 991	3 256	3 414	
T.B. ‰	38,3	38,2	38,3	41,4	41,4	41,4	
Lait 4 % (kg)	3 628	3 701	4 173	3 053	3 319	3 486	
Durée (j)	299	300	291	275	289	269	

(1) L₁ conservées en L₂.

Les moyennes économiques, en kg par vache présente pendant un an correspondent à **5 183 kg** pour la Holstein et **3 296 kg** pour les Normandes, avec un taux de réforme de 20 % (et à 5 213 kg et 3 321 kg avec un taux de réforme de 25 %), soit un écart de près de **2 000 kg** par vache et par an.

a2 - Vaches de réforme

Il s'agit de vaches réformées en fin de L1 et en fin de L2.

D'après les informations obtenues au Pin :

Poids fin L₁ = 600 kg environ en Holstein et en Normand

Poids fin L₂ = 650 kg environ en Holstein et en Normand.

Le rendement en carcasse est supposé être égal à 52 % en race Normande et 49 % en race Holstein (d'après les enquêtes effectuées à l'extérieur en race Normande et en race Frisonne et d'après les résultats obtenus au Pin sur taurillons). Les vaches Normandes sont supposées être classées en N (11,50 F/kg) et les Holstein en C (10 F/kg), si l'on se base sur la différence observée sur les taurillons.

a3 - Vente des mâles

Deux destinations sont possibles :

- soit en veau de "8 jours" :

Normand : 700 F	} estimé d'après diverses comparaisons Normand-Frison et Frison-Holstein (DELAVAL, GUITTET, DUBIS)
Holstein : 350 F	

Normand X Charolais : 1 000 F	} estimé d'après les résultats obtenus au PIN de manière à laisser une marge d'engraissement comparable à celle de la race Normande.
Holstein X Charolais : 850 F	

- soit en taurillons de 16 mois :

Normand : 3 324 F	} Poids de carcasse observé au PIN x prix estimé au kg (11,50 ; 10,50 ; 11,90 ; 11,30), d'après les notes de conformation
Holstein : 2 993 F	
Normand X Charolais : 3 783 F	
Holstein X Charolais : 3 509 F	

Pour les ventes "à 8 jours", la mortalité est supposée intervenue intégralement avant la vente. En ce qui concerne les taurillons, on admet une mortalité supplémentaire de 2 % entre l'âge de 8 jours et l'abattage.

a4 - Vente des femelles excédentaires par rapport aux besoins de renouvellement

Les effectifs dépendent de la mortalité avant 8 jours et du taux de réforme. On suppose qu'il y a 3 % de mortalité après le stade veau et 10 % de stérilité chez les génisses élevées.

Ventes en vif

- Hypothèse 1 : vente à 8 jours pour la boucherie

Normand = 700 F ; Holstein = 350 F

- Hypothèse 2 : vente à 8 jours pour l'élevage

Normand = 700 F ; Holstein = 1 000 F

- Hypothèse 3 : vente en amouillante à 33 mois
Normand = 4 000 F ; Holstein = 5 000 F
- Hypothèse 4 : vente en amouillante à 33 mois
Normand = 4 000 F ; Holstein = 4 500 F

Génisses abattues (pour les 4 hypothèses)

- Génisses stériles abattues à 30 mois (= 10 % des effectifs inséminés)

Normand = $550 \text{ kg} \times 0,53 \times 12,50 = 3\,644 \text{ F}$

Holstein : $550 \text{ kg} \times 0,50 \times 10,50 = 2\,888 \text{ F}$

b) - LES CHARGES OPÉRATIONNELLES RELATIVES AU TROUPEAU

- Concentré vache laitière (1,20 F/kg) (0,96 UF/kg, 17 % MAT, minéraux inclus)

Les quantités consommées sont celles observées au PIN, soit :

en L_1 : Holstein = 1 323 kg ; Normand = 591 kg

en L_2 : Holstein = 1 174 kg ; Normand = 531 kg

- Le coût d'élevage des génisses (590 F/tête)

Poudre de lait : $40 \text{ kg} \times 3,70 \text{ F}$; Concentré : $310 \text{ kg} \times 1,10 \text{ F}$; Identification, vétérinaire : 100 F

- Le coût d'élevage des taurillons (746 F/tête)

Lait : $45 \text{ kg} \times 3,70 \text{ F}$; Concentré : $50 \text{ kg} \times 1,20 \text{ F}$; Tourteau : $200 \text{ kg} \times 1,60 \text{ F}$; Vétérinaire : 90 F

- Le coût vétérinaire "vaches"

Holstein : 200 F/lactation ; Normand : 150 F/lactation (valeurs estimées).

- Le coût d'insémination des vaches

= prix des interventions [30 F si nombre d'I.A. ≤ 3 ; 60 F si nombre d'I.A. > 3] + (nombre d'I.A. x prix de la dose)

Proportion d'I.A. $\leq 3 = 90 \%$ en Holstein et en Normand

Nombre d'I.A. = 2 en Holstein et en Normand

} Résultats observés au PIN

Prix de la dose : 40 F en Holstein

20 F en Normand

soit coût de l'I.A. en Holstein = 113 F

en Normand = 53 F

- Le coût d'insémination des génisses

1 intervention + 1,4 dose, soit en Holstein : 86 F

en Normand : 48 F

c) - LES SURFACES

- Les surfaces utilisées par les vaches :

Elles se déduisent des besoins afférents à la production de lait (0,43 UFL/kg lait 4 %), des besoins journaliers d'entretien (5 UFL/jour) pendant la lactation et le tarissement. Les durées de lactation sont celles observées au PIN soit :

en L_1 : Holstein : 347 j ; Normand : 319 j

en L_2 : Holstein : 329 j ; Normand : 303 j

Les durées de tarissement à la fin de la L_1 sont :

Holstein : 60 jours ; Normand : 71 jours

Les vaches de réforme après avoir fait une durée de lactation normale sont engraisées pendant 30 jours, en recevant 8,5 UFL/jour.

De l'ensemble de ces besoins, on déduit l'apport d'UFL sous forme de concentré (0,95 UFL/kg brut), pour calculer les besoins satisfaits par l'ensilage de maïs. La surface de maïs nécessaire est calculée en supposant que l'ha de maïs apporte 7 310 UFL consommées.

- Les surfaces utilisées par les génisses :

- vente à 8 jours : 0

- génisses de remplacement ou amouillantes (vêlage 33 mois dans les deux cas)

Besoins satisfaits par l'ensilage de maïs : 4 640 UFL - 320 UFL de concentré (d'après J.L. TROCCON).

- Les surfaces utilisées par les mâles :

- vente à 8 jours : 0

- vente en taurillons à 16 mois

Besoins satisfaits par l'ensilage de maïs (en UF Leroy) :

en race Normande : 2 300 UF - 340 UF (concentré + tourteau)

en race Holstein : 2 500 UF - 340 UF (concentré + tourteau)

Holstein X Charolais : 2 450 UF - 340 UF

Normand X Charolais : 2 370 UF - 340 UF

Ces besoins sont convertis en surfaces de maïs à raison de 6 375 UF Leroy par ha de maïs.

III - RESULTATS DANS DES SITUATIONS VOISINES DE CELLES DU PIN

Nous avons paramétré 40 situations de ce type, soit 32 situations en race pure, et 8 situations en croisement Charolais, le taux de croisement étant alors le taux maximum compatible avec les besoins de renouvellement.

Les paramètres menant aux 32 situations de race pure sont la présence ou l'absence de taurillons (2 modalités), la destination des génisses excédentaires (4 hypothèses), le taux de réforme (2 hypothèses), le taux de mortalité des veaux (2 hypothèses), soit $2 \times 4 \times 2 \times 2 = 32$.

Les paramètres menant aux 8 situations de croisement sont la présence ou l'absence de taurillons (2 modalités), le taux de réforme (2), le taux de mortalité des veaux (2), les génisses étant vendues en veaux de 8 jours, soit $2 \times 1 \times 2 \times 2 = 8$.

Nous avons rapporté aux tableaux 2, 3, 4 les résultats finaux de chacune des 40 situations, c'est-à-dire les marges par ha obtenues avec les deux races ainsi que la différence (Holstein - Normand), résultats exprimés en francs et en litres de lait. Afin de permettre des comparaisons non seulement à l'unité de surface mais également à l'unité d'effectif, nous adjoignons les surfaces de maïs utilisées, sachant que **dans notre modèle ces surfaces concernent l'exploitation d'une génisse en 1^{re} lactation (animal de référence) et de tous les animaux qui s'y rattachent** (vaches de réforme L₁, vaches laitières L₂, vaches de réforme L₂, descendants mâles et femelles).

Pour faciliter les comparaisons entre toutes ces situations et en retirer des idées approximatives mais claires, nous avons imaginé de traiter les écarts entre races suivant le principe de l'analyse de variance : effets moyens des facteurs paramétrés et estimation des interactions entre ces paramètres.

III-1 - Situations de race pure

Sur les 32 situations de race pure, l'écart moyen entre races pour la marge/ha correspond à **778 kg** de lait à 37 ‰. Les résultats du tableau 5 montrent les moyennes obtenues pour chacune des modalités des facteurs (destination des génisses excédentaires, présence des taurillons, taux de réforme, taux de mortalité).

C'est en situation de vente des **femelles en veaux de boucherie** que l'écart est le **minimum**, 671 kg de lait, ce qui est tout de même considérable. L'écart est **maximum** (874 kg) quand les veaux femelles Holstein sont vendus **pour l'élevage**. La vente des femelles Holstein en amouillante permet également d'obtenir une différence presque aussi importante (838 kg).

L'exploitation des mâles en **taurillons** abaisse significativement l'écart entre races : 639 kg de lait alors que l'écart est de 915 kg de lait quand les veaux mâles sont vendus en **veaux de boucherie**. Ce résultat est normal car l'écart Holstein-Normand est négatif pour les taurillons, alors qu'il est positif pour les vaches et génisses d'élevage.

Une augmentation du **taux de réforme** réduit l'écart Holstein-Normand de façon nette. Il diminue de 817 kg à 731 kg quand le taux de réforme passe de 20 ‰ à 25 ‰, conséquence de l'augmentation correspondante de la proportion des recettes provenant des vaches de réforme, poste pour lequel l'écart Holstein-Normand est négatif.

Le **taux de mortalité** des veaux a également une incidence, mais plus légère. Quand il passe de 5 à 15 ‰, l'écart entre les deux races augmente d'environ 50 kg de lait. Cette augmentation paraît relativement constante, que les génisses excédentaires soient vendues en veaux ou en amouillantes. Mais les causes ne sont pas les mêmes. Dans le premier cas, il s'agit de la réduction du poste "veaux" dans les recettes, poste pour lequel l'écart Holstein-Normand est négatif. Dans le second cas, il s'agit d'une diminution relative de l'activité "génisse amouillante" au profit de l'activité "vache laitière", activité qui est nettement plus favorable à la race Holstein qu'à la race Normande.

Le tableau 6 montre les valeurs des interactions trouvées en combinant les effets principaux. Ces valeurs peuvent être parfois importantes en valeur absolue et de l'ordre de grandeur de certains effets principaux. Sur 32 valeurs, 5 sont inférieures ou égales à - 30 et 4 supérieures ou égales à + 30. Ces constatations montrent que la discussion précédente, sur l'ordre d'importance des facteurs de variation permet simplement de fixer les idées sur les ordres de grandeur, car en toute rigueur ils ne se cumulent pas les uns aux autres.

III-2 - Comparaison entre croisement industriel et race pure

Cette comparaison est établie à partir de 8 situations en croisement industriel et des 8 situations correspondantes en race pure, où les femelles sont vendues à 8 jours (tableau 7). On voit que la pratique du croisement industriel permet en moyenne **d'augmenter de 108 kg** l'écart Holstein - Normand. Ce résultat n'est pas étonnant car l'amélioration de la valeur bouchère commerciale consécutive au croisement "viande" est plus importante lorsqu'on part de la Holstein que lorsqu'on part de la Normande.

TABLEAUX 2 ET 3

RESULTATS DE 16 SITUATIONS

ANIMAUX DE RACE PURE

Veaux mâles vendus à 8 jours (1)

Destination des veaux femelles excédentaires	Taux de réforme	Taux de mortalité des veaux	Race Holstein	Race Normande	Ecart Holstein - Normand
	(%)	(%)			
Veaux de 8 jours pour la boucherie	20	5	1,037 7 683	0,981 6 918	0,056 765 (805)
	20	15	1,037 7 621	0,981 6 789	0,056 832 (876)
	25	5	1,067 7 434	1,013 6 733	0,054 701 (738)
	25	15	1,067 7 376	1,013 6 612	0,054 764 (804)
Veaux de 8 jours pour l'élevage	20	5	1,037 7 963	0,981 6 918	0,056 1 045 (1100)
	20	15	1,037 7 846	0,981 6 789	0,056 1 057 (1113)
	25	5	1,067 7 638	1,013 6 733	0,054 905 (953)
	25	15	1,067 7 528	1,013 6 612	0,054 916 (964)
Amouillantes HF 5 000 F NO 4 000 F	20	5	1,311 7 246	1,255 6 289	0,056 957 (1007)
	20	15	1,257 7 262	1,201 6 281	0,056 981 (1033)
	25	5	1,273 7 135	1,219 6 277	0,054 858 (903)
	25	15	1,220 7 149	1,166 6 271	0,054 878 (924)
Amouillantes HF 4 500 F NO 4 000 F	20	5	1,311 7 114	1,255 6 289	0,056 825 (868)
	20	15	1,257 7 151	1,201 6 281	0,056 870 (916)
	25	5	1,273 7 032	1,219 6 277	0,054 755 (795)
	25	15	1,220 7 070	1,166 6 271	0,054 799 (841)

Veaux mâles vendus en taurillon (1)

Destination des veaux femelles excédentaires	Taux de réforme	Taux de mortalité des veaux	Race Holstein	Race Normande	Ecart Holstein - Normand
	(%)	(%)			
Veaux de 8 jours pour la boucherie	20	5	1,319 7 231	1,236 6 744	0,083 487 (513)
	20	15	1,289 7 222	1,209 6 656	0,080 566 (596)
	25	5	1,341 7 051	1,262 6 595	0,079 456 (480)
	25	15	1,312 7 037	1,235 6 512	0,077 525 (552)
Veaux de 8 jours pour l'élevage	20	5	1,319 7 452	1,236 6 744	0,083 708 (745)
	20	15	1,289 7 403	1,209 6 656	0,080 747 (786)
	25	5	1,341 7 214	1,262 6 595	0,079 619 (652)
	25	15	1,312 7 161	1,235 6 512	0,077 649 (682)
Amouillantes HF 5 000 F NO 4 000 F	20	5	1,593 6 950	1,510 6 253	0,083 697 (734)
	20	15	1,509 6 981	1,429 6 250	0,080 731 (769)
	25	5	1,547 6 856	1,467 6 240	0,080 616 (648)
	25	15	1,465 6 884	1,388 6 236	0,077 648 (682)
Amouillantes HF 4 500 F NO 4 000 F	20	5	1,593 6 790	1,510 6 253	0,083 537 (565)
	20	15	1,509 6 887	1,429 6 250	0,080 637 (670)
	25	5	1,547 6 772	1,467 6 240	0,080 532 (560)
	25	15	1,465 6 818	1,388 6 236	0,077 613 (645)

TABLEAU 4

RESULTATS DES SITUATIONS DU CROISEMENT INDUSTRIEL

(1)

Destination des veaux mâles et des veaux femelles excédentaires	Taux de réforme	Taux de mortalité des veaux	Race Holstein	Race Normande	Ecart Holstein - Normand
	(%)	(%)			
Veaux mâles et femelles vendus à 8 jours (pour la boucherie)	20	5	1,037 8 114	0,981 7 191	0,056 923 (972)
	20	15	1,037 7 966	0,981 7 007	0,056 959 (1009)
	25	5	1,067 7 749	1,013 6 887	0,054 862 (907)
	25	15	1,067 7 609	1,013 6 759	0,054 850 (895)
Veaux mâles en taurillons et veaux femelles vendus à 8 jours (pour la boucherie)	20	5	1,315 7 595	1,241 6 988	0,074 607 (639)
	20	15	1,286 7 518	1,213 6 853	0,073 665 (700)
	25	5	1,338 7 323	1,264 6 784	0,074 539 (567)
	25	15	1,310 7 212	1,237 6 655	0,073 557 (586)

(1) 1ère ligne : Surface (ha)
2ème : Marge/ha en F ou en kg de lait à 37°/°° ()

TABLEAU 5

EFFET MOYEN DES FACTEURS DE VARIATION
SUR LA DIFFERENCE DE MARGE/HA ENTRE
LES 2 RACES EXPRIMEES EN KG DE LAIT
POUR LES 32 SITUATIONS DE RACE PURE

Facteurs	Modalité	Moyenne (1)	Ecart à la moyenne générale(1) (778 kg)
Vente des génisses	8 jours boucherie	671	- 108
	8 jours élevage	874	96
	Amouillante 1	838	59
	Amouillante 2	733	- 46
Taurillons	oui	639	- 139
	non	915	+ 137
Taux de réforme	20 %	817	39
	25 %	739	- 39
Mortalité	5 %	734	- 24
	15 %	802	24

(1) en kg de lait 4 %.

TABLEAU 7

EFFET MOYEN DES FACTEURS DE VARIATION
SUR LA DIFFERENCE DE MARGE/HA ENTRE
LES 2 RACES (EN KG DE LAIT) SUR 16 SITUATIONS
(8 EN RACE PURE, 8 EN RACE CROISEMENT INDUSTRIEL)

Facteurs	Modalité	Moyenne	Ecart à la moyenne générale (729 kg)
Croisement industriel	non	671	- 59
	oui	788	+ 59
Taurillons	oui	583	- 146
	non	876	+ 146
Taux de réforme	20 %	764	34
	25 %	695	- 34
Mortalité	5 %	703	- 27
	15 %	756	27

TABLEAU 6

EFFETS D'INTERACTION ENTRE LES FACTEURS PRINCIPAUX
SUR LA DIFFENCE DE MARGE/HA ENTRE LES 2 RACES
(EN KG DE LAIT) POUR LES 32 SITUATIONS DE RACE PURE

Destination des génisses	Taurillons	Réforme (%)	Mortalité (%)	Interaction
8 jours boucherie	non	20	5 15	- 20 6
		25	5 15	- 6 - 12
	oui	20	5 15	- 35 0
		25	5 15	10 34
8 jours élevage	non	20	5 15	76 41
		25	5 15	7 - 30
	oui	20	5 15	- 5 - 29
		25	5 15	- 20 - 38
Amouillante HF 5 000 NO 4 000	non	20	5 15	18 - 4
		25	5 15	- 8 - 35
	oui	20	5 15	19 6
		25	5 15	11 - 3
Amouillante HF 4 500 NO 4 000	non	20	5 15	- 16 - 16
		25	5 15	- 11 - 13
	oui	20	5 15	- 45 12
		25	5 15	28 65

Les estimations des autres effets (présence ou absence de taurillons, taux de réforme, mortalité) sont très comparables à celles obtenues sur l'ensemble des 32 situations de race pure.

III-3 - Pertinence des résultats économiques obtenus

Pour passer des résultats partiels obtenus par hectare à ceux d'une exploitation, il faudrait tenir compte des autres charges que nous avons volontairement laissées de côté. Les résultats en seraient-ils profondément changés ?

- Les charges de production fourragères sont les mêmes dans tous les cas et leur prise en compte ne modifierait absolument pas les écarts.

- Les charges fixes ; celles-ci sont très variables d'une exploitation à l'autre mais elles seraient semblables dans le cas des deux génotypes sur la même exploitation, du moins celles liées à la surface. Seules pourraient changer les charges fixes liées à l'animal (logement, équipement) puisque les **chargements en vache** ne sont pas exactement les mêmes. En effet, les chargements sont un peu plus élevés en Normand, dans le cadre de nos hypothèses. Leur prise en compte augmenterait légèrement les écarts en faveur de la Holstein.

En revanche, la prise en compte du capital cheptel pourrait réduire les écarts, en faveur cette fois de la Normande, puisque la valeur du cheptel Holstein est à priori plus élevée. Mais ce point mériterait de plus amples développements, car cette notion de capital cheptel est en réalité très variable d'une exploitation à l'autre selon le mode de constitution du troupeau (achat, élevage) et selon son ancienneté. En outre, la prise en compte d'une charge financière à ce niveau devrait être assortie de la prise en compte de la revalorisation du cheptel, celui-ci échappant à la dévaluation monétaire. Sans doute est-il préférable, dans une étude de caractère général, de ne pas mélanger résultats économiques et compte de trésorerie.

IV - RESULTATS DANS DES SITUATIONS TRES DIFFERENTES DE CELLES DU PIN

Les paramètres analysés précédemment ont certes une influence sur les bilans comparatifs par race mais il est clair que dans aucune des 32 situations étudiées, la race Normande n'est parvenue à être équivalente à la race Holstein.

Ces situations ne recouvrent toutefois par l'éventail des situations réelles car nous n'avons pas fait varier, en particulier, le niveau de production laitière ni celui de l'alimentation (ration base et concentré) alors qu'il s'agit de postes essentiels.

Faute de résultats expérimentaux, les situations faisant varier ces critères ne peuvent être que simulées.

IV-1 - Le niveau génétique des Normandes

Le niveau génétique laitier à l'intérieur d'une race est évidemment variable et l'utilisation différentielle des taureaux testés peut conduire en théorie à de grandes différences génétiques entre élevages. Les résultats établis à partir des niveaux génétiques moyens étant déjà largement en faveur de la race Holstein, nous nous sommes contentés de faire varier le niveau génétique de la race Normande. Il nous a paru que les élevages "de pointe" pourraient être issus de taureaux à index laitiers de l'ordre de + 1 000, étant donné que ces derniers sont excellents sans être vraiment très rares. Dans ce cas, le niveau laitier des filles est augmenté de 500 kg de lait. C'est pourquoi nous avons analysé les situations où en L_1 et en L_2 la production de lait brut était augmentée de 500 kg (ce qui ferait 3 770 kg de moyenne économique, soit un écart de 1 411 kg par rapport à la Holstein). Nous avons supposé qu'il n'y avait aucune conséquence sur la production de viande, les performances de reproduction et la composition du lait, ce qui est certainement **optimiste**. Nous avons tenu compte seulement des besoins alimentaires accrus.

Les comparaisons ont été faites dans les différentes hypothèses de ration de base présentées ci-après.

IV-2 - Niveau de la ration de base et normes de distribution du concentré

Nous nous placerons dans plusieurs situations de ration de base couvrant des niveaux de production laitière très différents : — ration (n° 1) à base de maïs ensilage de très bonne qualité pouvant couvrir 16 kg de lait 4 % avec l'énergie (2) ; — ration (n° 2) à base de maïs ensilage à plus faible taux de matière sèche pouvant couvrir 10 kg de lait 4 % avec l'énergie (2) ; — ration (n° 3) à base de foin de graminées pouvant couvrir 4 kg de lait 4 % (1) tant en énergie qu'en P.D.I. (2) (3) (4).

a) Nous avons considéré les lactations obtenues au Pin comme représentant un potentiel de production des animaux pris comme référence.

Dans un premier temps, les quantités de ration de base et de concentré ont été déterminées mois par mois pour couvrir les besoins, tant en U.F. qu'en P.D.I. (courbes de lactation avec persistance de 90 % pour la Holstein et 91 % pour la Normande). Les rations de base étant offertes ad libitum (sauf pendant la période de tarissement), nous avons tenu compte - de l'évolution de l'appétit selon le stade de lactation, en admettant une sous-alimentation énergétique (différente pour les 3 génotypes) pendant les deux premiers mois compensée en fin de lactation ou pendant le tarissement, - du moindre appétit des primipares. Nous avons tenu compte des décalages de vêlage d'une lactation sur l'autre pour reconstituer un troupeau complet (5 lactations) afin de déterminer les besoins concernant les périodes d'hiver (5 mois) et d'été (7 mois).

L'ingestion ad libitum de la ration de base (n° 1) entraîne une suralimentation importante à certains moments, en particulier pour les Normandes. Aussi, nous avons fait trois hypothèses : 1) — une alimentation ad libitum toute l'année (n° 11), qui conduit à des gaspillages très importants pour les Normandes, mais qui peut cependant représenter ce qui se passe en libre service et sur des pâturages de qualité ; 2) — une alimentation ad libitum seulement en hiver (n° 12), l'ingestion étant limitée aux besoins en période d'été (ce qui signifie une différence de chargement à l'hectare entre les génotypes (pendant cette période) ; 3) — une ingestion limitée aux besoins en hiver comme en été (n° 13), hypothèse qui est semblable à celle des résultats de référence du PIN.

On constate (tableau 8) que :

- le fait de disposer d'une Normande améliorée diminue sensiblement l'écart entre les deux races. Celui-ci passe, en moyenne pour les 3 types de rations de base (n° 12, 2 et 3) de 811 kg à 377 kg de lait par ha, ce qui réduit le handicap de la Normande ;

- les écarts entre Holstein et Normande vont décroissant lorsque la qualité de la ration de base offerte à volonté diminue. L'écart de marge entre Holstein et Normande "normale" passe de 1 265 kg à 906 kg et 721 kg de lait/ha respectivement pour les 3 types de rations de base, et entre Holstein et Normande améliorée les mêmes écarts passent de 609 à 417 et 359 kg de lait/ha.

L'influence de la ration de base pourrait en réalité être accentuée compte tenu de ce que les vaches à haut potentiel laitier peuvent extérioriser davantage leurs performances en raison des possibilités plus grandes d'ajustement de l'ingestion aux besoins avec les fourrages de bonne qualité, fait que nous n'avons pas pu prendre en compte dans le modèle (5) (M. JOURNET et B. REMOND, 1978 ; B. REMOND et M. JOURNET, 1977).

Ceci montre la faible compétitivité de la Normande dans les zones où on dispose de fourrages d'excellente qualité distribués ad libitum et à l'inverse sa meilleure tenue lorsque les fourrages sont de moins bonne qualité.

(2) pour les multipares

(3) nous avons admis un rendement de 8 200 kg de MS utilisable/ha (à 0,67 UFL/MS)

(4) Bien que ayons utilisé au maximum les mêmes références techniques et économiques que pour le modèle précédent, il est préférable de ne pas comparer directement les résultats **intrarace** de cette 2^e partie par rapport à ceux de la 1^{re} puisque certaines bases sont différentes, tel le rendement fourrager de la 3^e ration de base. En revanche, cela n'affecte pas les comparaisons entre génotypes.

(5) Il importe donc de **ne pas comparer directement** les différences **intrarace** de marge par hectare selon la qualité des rations de base, puisque le modèle n'a pas été conçu pour de telles comparaisons.

TABLEAU 8

VARIATION DE LA DIFFERENCE DE MARGE/HA ENTRE LES 2 RACES
SELON LE NIVEAU DE LA RATION DE BASE ET LE NIVEAU GENETIQUE LAITIER
DE LA RACE NORMANDE

Situation particulière : pas de croisement charolais ;
taux de réforme de 20 % ; taux de mortalité de 5 % ;
vente des femelles et des mâles à 8 jours (en boucherie)

Ration de base	Holstein (a)	Normande "normale" (b)	Normande améliorée (+ 500 kg) (c)	Différence de marge/ha (HF - NO) (en kg de lait)	
				(a) - (b)	(a) - (c)
R.B. (1). Maïs ensilage 16 kg lait 4 %					
11)- A volonté toute l'année	1,341 6 891 6 220*	1,277 5 689 4 985*	1,277 6 258 5 563*	(1 265) (1 300)*	(609) (691)*
12)- A volonté l'hiver	1,323 6 972 6 292*	1,163 6 207 5 433*	1,201 6 635 5 885*	(806) (905)*	(355) (428)*
13)- Limité toute l'année	1,309 7 037 6 350*	1,145 6 307 5 520*	1,189 6 690 5 934*	(769) (873)*	(365) (438)*
R.B. (2). Maïs ensilage 10 kg lait 4 % (à volonté)	1,153 7 210 6 430*	1,076 6 349 5 512*	1,086 6 813 5 984*	(906) (965)*	(417) (469)*
R.B. (3). Foin de graminées 4 kg de lait (à volonté)	1,094 5 975 5 153*	1,06 5 291 4 442*	1,06 5 635 4 786*	(721) (749)*	(359) (386)*

1ère ligne : Surface/ha
2ème ligne : Marge/ha en F(les différences sont en kg de lait)
3èmeligne*: Marge/ha déduction faite d'une charge fixe bâtiment de 500 F/vache/an.

TABLEAU 9

HYPOTHESE D'UNE DISTRIBUTION DE CONCENTRE INSUFFISANTE
(50 % DES BESOINS)

Situation particulière : pas de croisement charolais ;
taux de réforme : 20 % ; taux de mortalité : 5 % ;
vente des femelles et des mâles à 8 jours (en boucherie)

	Holstein	Normande ("normale")	Différence de marge/ha (en kg de lait)
R.B. (1). Maïs ensilage 16 kg de lait 4 % (à volonté l'hiver)	5 037 (4 629) 1,349 6 535 5 868 *	3 357 (3 035) 1,156 6 054 5 276 *	(506) (623) *
R.B. (3). Foin de graminées 4 kg de lait 4 %	4 042 (3 715) 1,161 4 769 3 993 *	2 769 (2 503) 1,096 4 650 3 829 *	125 (172) *

1ère ligne : Rendement laitier, en kg de lait (brut) :
1er chiffre : par lactation
2e chiffre () : par vache et par an

2ème ligne : Surface (ha)
3ème ligne : Marge/ha en F (différence : en kg de lait)
4ème ligne* : Marge/ha, déduction faite d'une charge fixe de 500 F/vache/an.

TABLEAU 10

EFFET DE CERTAINES VARIATIONS DE LA CONJONCTURE ECONOMIQUE
 SUR LA DIFFERENCE DE MARGE/HA ENTRE LES 2 RACES

((1) en kg de lait par ha, Hf-NO)

Situation particulière : Pas de croisement

- (r) Situation de référence : r(a) avec Normande "normale" ; r(b) avec Normande + 500 kg de lait par lactation
 (a) Situation paramétrée avec Normande "normale"
 (b) Situation paramétrée avec Normande + 500 kg de lait par lactation.

SYSTEME de PRODUCTION				Référence (r)		PRIX de la VIANDE + 10 %		Ecart de PRIX entre V. de 8 j. mâles accru de 100 F		PRELEVEMENT DIFFERENTIEL sur le LAIT		VARIATION DE PRIX du concentré VL			
DESTINATION DES VEAUX		Taux de Réforme (%)	Taux de Mortalité (%)									+ 10 %		- 10 %	
Femelles excédentaires	Mâles			r(a) (1)	r(b) (1)	(a) (1)	(b) (1)	(a) (1)	(b) (1)	(a) (1)	(b) (1)	(a) (1)	(b) (1)	(a) (1)	(b) (1)
Veaux de 8 jours pour la boucherie	Veaux de 8 j. pour V.B.	20	5	805	309	718	223	713	217	607	157	660	212	950	407
		20	15	876	380	796	300	794	298	667	217	731	283	1 020	477
		25	5	738	272	652	185	652	185	566	143	600	179	875	364
		25	15	804	338	724	258	727	261	632	209	667	245	942	431
	Taurillons	20	5	513	119	432	38	441	48	398	16				
		20	15	596	194	522	120	530	129	471	81				
		25	5	480	105	400	26	412	38	379	15				
		25	15	552	170	478	96	490	108	445	73				
	Veaux de 8 j. pour la boucherie	20	5	1 100	605	1 005	510								
		20	15	1 113	618	1 025	530								
		25	5	953	486	858	392								
		25	15	964	498	876	410								

- la limitation des apports aux besoins des animaux, notamment en été en adaptant le chargement permet de réduire l'avantage de la Holstein, même en zone où l'on peut disposer facilement de fourrages de bonne qualité.

b) - l'influence du niveau de la ration de base serait très différente si la complémentation en concentré n'était pas effectuée correctement.

Nous avons "simulé" l'effet d'une réduction de 50 % de l'apport de concentré (avec réajustement du niveau des rations de base, en utilisant les possibilités de substitution entre fourrage et aliment concentré variable selon la qualité des fourrages). Une telle sous-alimentation entraîne en réalité des effets multiples : réduction de production laitière, diminution de la fertilité, augmentation des intervalles entre vêlages, augmentation du taux de réforme, amenuisement de la valeur de réforme, etc... Nous ne disposons pas de données expérimentales permettant de relier un tel niveau de sous-alimentation à ces différents paramètres. Nous avons dû effectuer une approche très simplifiée, pour ne pas dire simpliste, en reportant sur le niveau de production laitière, l'ensemble des conséquences de la sous-alimentation en concentré (en "ajustant" la production laitière aux apports nutritifs).

Les résultats sont prévisibles (tableau 9). Avec la ration de base à 16 kg l'écart entre Holstein et Normandie est réduit mais pas dans une proportion considérable (506 kg de lait par ha contre 806 kg). Avec la ration de base à 4 kg, l'écart est considérablement diminué : 125 kg contre 721 kg. Si nous avions pu tenir compte de l'ensemble des phénomènes, nous aurions peut-être obtenu des écarts nuls, voire favorables à la Normandie.

On voit donc que l'écart de marge/ha entre les deux races varie considérablement selon les situations alimentaires. Certaines peuvent devenir défavorables pour la Holstein. Elles correspondent à des situations où les fourrages sont de mauvaise qualité, la complémentation en concentré inadaptée et la technicité des éleveurs insuffisante.

V - INFLUENCE DE LA CONJONCTURE ECONOMIQUE

Les résultats précédents ont été obtenus avec un certain nombre de rapports de prix qui traduisent une situation conjoncturelle donnée. Il est certain que des changements dans la hiérarchie des prix peuvent modifier plus ou moins profondément les différences de rentabilité entre les deux races, que nous venons d'analyser.

Nous avons procédé, à titre indicatif, à quelques paramétrages simples des prix des principaux déterminants du système. Du fait que dans la conjoncture de référence du modèle, l'écart de marge est le plus souvent en faveur de la Holstein, nous n'avons volontairement testé que les hypothèses conjoncturelles susceptibles de réduire cet écart, afin de voir dans quelles conditions économiques la Normandie pourrait combler son handicap.

Les éléments majeurs sont les prix du lait, de la viande et du concentré vache laitière. Les variations relatives de prix peuvent être identiques pour les deux géotypes ou comporter une évolution différentielle. Nous testerons quelques situations de ces deux types dans **les conditions du Pin** (ration de base couvrant 6,7 kg de lait) (tableau 10).

V-1 - Influence du rapport des prix de la viande et du lait

La situation de référence se caractérise par un rapport prix du kg de carcasse de la vache de réforme/prix de base du lait de 12 et 10,5, pour les Normandes et les Holstein respectivement.

Nous avons testé l'effet d'une hausse relative du prix de la viande de 10 % par rapport à celui du lait, cette hausse concernant l'ensemble des produits viande, vaches, veaux mâles et femelles destinés à la boucherie, taurillons.

Cela se traduit par une réduction de l'écart de marge/ha entre races de 79 à 95 kg de lait, selon les situations. Cette réduction a une signification différente selon les systèmes : — elle représente 7 à 10 % de l'écart

initial lorsque les veaux mâles sont vendus à 8 jours et 12 à 16 % lorsqu'ils sont vendus en taurillons ; — mais lorsqu'on considère la Normande améliorée, l'écart de marge se trouve ainsi réduit de près de 25 % lorsque les veaux mâles sont vendus à 8 jours, et de plus de 50 % lorsqu'ils sont vendus en taurillons, la différence entre Holstein et Normande améliorée n'étant plus alors que de 40 à 120 kg par ha. (Mais nous avons supposé que cette dernière avait conservé l'ensemble de ses aptitudes bouchères).

V-2 - Modification différentielle du prix de la viande entre les deux races

La généralisation des animaux Holstein et la raréfaction relative des animaux Normands pourraient peut-être conduire à une modification de l'écart de prix des produits viande des deux génotypes, soit parce qu'elle fera davantage apprécier certaines qualités et certains défauts des deux races, soit parce que certains utilisateurs de veaux Normands (en particulier les producteurs de taurillons) accepteront de les payer plus cher. Actuellement d'ailleurs, certains veaux Normands, certes triés, destinés à la production de taurillons sont payés plus cher que ceux destinés à la production de veau de lait.

Cette hypothétique augmentation différentielle de prix est cependant plus facile à prévoir pour le prix des veaux de 8 jours que pour celui des vaches de réforme. C'est pourquoi, nous n'avons testé que l'effet d'une hausse différentielle du prix des produits mâles Normand de 100 F, tant en veau de 8 jours (ce qui porte l'écart entre Normand et Holstein à 450 f) qu'en taurillon, ce qui équivaut à 0,35 F/kg net (l'écart entre les deux races est alors porté à 1,35 F/kg net), ceci à titre seulement indicatif. L'effet n'est pas négligeable : il est du même ordre de grandeur que celui observé avec la variation du prix de la viande de 10 % (réduction de l'écart de marge de 65 à 90 kg).

V-3 - Modification différentielle du prix du lait

A titre purement exploratoire, nous avons testé l'effet d'une éventuelle mesure de limitation de la production laitière qui reposerait sur une taxe de corresponsabilité croissante, en fonction du volume global de livraison. Nous avons adopté pour les besoins de la simulation les taux suivants : 0 % jusqu'à 80 000 l, 1,5 % entre 80 et 150 000 l, 5 % entre 150 et 250 000 l, 10 % au-delà. Nous avons supposé une surface correspondant à un troupeau de 50 Holstein avec veaux mâles et femelles excédentaires vendus à 8 jours. Ceci entraîne une réduction du prix du lait variable selon la race et selon le système de production puisque la surface est constante. Ainsi, avec vente des veaux à 8 jours et un taux de réforme de 20 % (situation de prélèvement maximum), la diminution de prix serait de l'ordre de 2,5 c/kg pour les Holstein, 1,05 c/kg pour les Normandes et 1,5 c/kg pour les Normandes améliorées, alors qu'avec production de taurillons (ou de génisses amouillantes) et un taux de réforme de 25 %, le prélèvement serait de 1,6 c/kg pour les Holstein, 0,5 c/kg pour les Normandes et 0,6 c/kg pour les Normandes améliorées. Les différences de marge sont sensiblement réduites. Pour les Normandes "normales", l'écart avec la Holstein reste compris entre 560 et 660 kg sans taurillon et entre 380 à 470 kg avec taurillon. Mais avec la Normande améliorée, les écarts de marge deviennent faibles, 140 à 200 kg sans taurillon et 15 à 70 kg seulement avec taurillon (avant prélèvement, l'écart de marge était dans cette dernière situation de 105 à 195 kg selon les taux de réforme et de mortalité). L'effet est ainsi plus important que celui obtenu précédemment avec la hausse du prix de la viande. Une mesure de cette nature contribuerait à revaloriser indirectement le sous-produit viande des troupeaux laitiers.

V-4 - Influence du prix du concentré

Dans la situation de référence nous avons supposé des concentrés fabriqués sur l'exploitation à partir de matières premières achetées (rapport de 1,25 entre prix du concentré et du lait, mais il s'agit d'un concentré riche à 0,95 UFL/kg, soit un rapport de 1,32 entre prix de l'UFL (minéraux inclus) et prix du lait (6)).

Nous avons ici effectué les deux hypothèses symétriques où le prix du concentré serait plus élevé (+ 10 %), ou plus faible (— 10 %) cas où l'éleveur produirait les céréales utilisées. Cela a un effet important et accentué compte tenu du faible niveau de la ration de base. Dans la situation simple où les veaux mâles et femelles sont vendus à 8 jours pour la boucherie, cette variation de 10 % du prix du concentré entraîne une variation de l'écart de marge de l'ordre de 140 kg (17 %) pour les Normandes "normales" et de l'ordre de 95 kg (29 %) pour les Normandes améliorées. On retrouve là un effet bien connu mais qui est fondamental pour la localisation possible des deux races.

(6) Ce coût du concentré complet correspondrait à un prix, marge de fabrication incluse, de 0,96 F/kg de maïs grain, 1,40 F/kg de soja 50, 1,64 F/kg de minéraux et 1 F/kg d'urée.

Ces quelques paramétrages économiques mettent en évidence certaines tendances. Les résultats économiques, surtout lorsqu'il s'agit d'écarts, sont très sensibles aux hypothèses concernant les prix et aux variations de la conjoncture. On constate que de faibles variations possibles dans les rapports de prix, dans un sens favorable aux productions du troupeau Normand, permettent à celui-ci, du moins avec le niveau génétique amélioré sur le plan laitier (et sans dépréciation des autres aptitudes), de combler une partie appréciable de son handicap économique. Mais que sera la véritable évolution de la conjoncture dans le moyen terme ?

CONCLUSION

Malgré certaines hypothèses simplificatrices ou conventionnelles de l'étude, plusieurs conclusions se dégagent assez nettement.

Il apparaît que lorsque la race Holstein sera exploitée dans des situations permettant de bien valoriser son potentiel laitier, l'écart économique avec une race mixte comme la Normande sera difficile à combler, car une différence de rendement laitier de près de 2 000 kg ne peut être compensée, surtout si l'on tient compte de certaines qualités d'élevage de la Holstein (qualité de traite notamment).

En revanche, avec une différence de 1 400 kg de lait (soit 1 110 kg en lait 4 % dans les conditions du Pin), la Normande ne serait peut-être pas à supprimer, du moins sans un examen sérieux. Cela pourrait être le cas pour les éleveurs ne disposant pas de tous les atouts pour mener à bien une intensification zootechnique et fourragère suffisante permettant à la Holstein d'exprimer tout son potentiel. Ce pourrait être le cas avec des Normandes améliorées quelque peu en production laitière mais aussi en aptitude à la traite, critère essentiel pour l'avenir, tout en conservant les qualités de son lait et surtout ses capacités à la production de viande. En effet, la généralisation des produits Holstein et la relative raréfaction des produits Normands pourraient peut-être amener une certaine modification dans les rapports de prix des produits issus des deux types de troupeaux, à défaut de mesures plus générales rééquilibrant les productions de lait et de viande. Le moindre degré de spécialisation d'un troupeau Normand même amélioré pourrait aussi permettre aux éleveurs de maintenir plus facilement, au niveau de leur propre exploitation ou à celui de leur région, des systèmes de production plus diversifiés et moins sensibles aux aléas de la conjoncture économique générale (marchés, approvisionnements en matière première, etc...). Ceci d'autant plus que l'ensemble des investissements que représentent un troupeau bovin et son environnement rend plus malaisés les changements d'orientation.

Mais l'avenir dépendra beaucoup des options qui seront prises pour la poursuite de l'amélioration génétique de la race Holstein. L'étude montre indirectement l'importance pour celle-ci de conserver un minimum d'aptitude à la production de viande car il ne faudra guère compter sur le croisement avec des races à viande avant longtemps ; la réforme relativement rapide et la nécessité de maintenir une certaine pression de sélection réduisent en effet quelque peu le taux de croisement envisageable dans un troupeau laitier de haut niveau en expansion. La diversification des objectifs de sélection apparaît donc opportun pour cette race, dans les conditions agronomiques et économiques de notre pays.

Nous remercions B. VISSAC pour ses observations ainsi que le personnel du Domaine Expérimental du PIN dirigé par A. MULLER qui a mené à bien l'expérience qui a servi de base à cette étude.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CHEVALDONNE M., 1978. La Holstein dans la zone Centre-Nord et l'Aube. in. La Vache Laitière. Ed. INRA, Pub. Route de Saint-Cyr, Versailles, 39-46.

COLLEAU J.J., 1972. Bilan préliminaire de l'expérimentation bovine du Pin-au-Haras : race mixte - races spécialisées. Bull. Tech. Dép. Génét. Anim., 14, 42 p.

COLLEAU J.J., 1976. Troisième bilan de l'expérimentation bovine du Pin-au-Haras. I - Résultats analytiques. INRA Document "ronéoté" 70 p.

COLLEAU J.J., 1978. Prévisions relatives à l'évolution de la fréquence des gènes Holstein dans la population pie-noire française. Bull. Tech. CRZV Theix, 38, à paraître.

DUBIS J.M., 1978. Intérêt économique comparé de deux types de vaches laitières : la FFPN et la Holstein. Modèle 1. Etude ITEB, n° 78081, 38 p.

DELAVAL G., 1978. Comparaison des résultats techniques et économiques de troupeaux spécialisés lait français Frisons et Normands. Mémoire de fin d'études E.S.A. d'Angers, 90 p.

GUITTET P., 1975. Comparaison entre Holstein et Frisonnes. Mémoire de fin d'études E.S.A. Purpan, 65 p.

JARRIGE R., LIENARD G., 1976. Evolution du troupeau laitier et ses conséquences sur la production de viande bovine et l'avenir du troupeau de vaches nourrices. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, (23), 47-59.

JOURNET M., HODEN A., GEAY Y., LIENARD G., 1973. Comparaison entre animaux Pie Noire de type Holstein canadien et de type Frison français. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, (12), 13-26.

JOURNET M., REMOND B., 1978. Le rationnement énergétique selon le stade de la lactation et le niveau de production. in La Vache Laitière, Ed. INRA, Publ. Route de Saint-Cyr, Versailles, 121-142.

REMOND B., JOURNET M., 1977. Utilisation de 2 ensilages de maïs de composition morphologique différente par les vaches laitières. Bull. Techn. CRZV Theix, INRA, (29), 49-52.

**SOMMAIRES DES PUBLICATIONS DES CHERCHEURS DU CENTRE
PARUES DANS LES ANNALES DE L'I.N.R.A.
(1ER SEMESTRE 1978)**

Elisabeth GRENET. Complémentation d'un ensilage de ray-grass avec de l'orge, de la pulpe de betteraves ou du lactosérum : influence sur la digestibilité et sur la rétention azotée mesurées sur des moutons en croissance. Ann. Zootech., 1978, 27 (1), 115-122.

A partir d'un ray-grass italien du 1^{er} cycle au stade fin montaison que nous avons distribué à volonté en vert à un lot de 6 moutons sur lesquels nous avons mesuré la rétention azotée, nous avons préparé un ensilage en coupe directe et en brins courts, sans addition de conservateur. Cet ensilage a été distribué seul à 8 moutons âgés de 8 mois et pesant 40 kg environ à raison de 800 g de matière sèche par jour, ou complémenté avec de l'orge (310 g de matière sèche d'orge et 640 g de matière sèche d'ensilage), de la pulpe déshydratée de betteraves (350 g de pulpes et 600 g d'ensilage), ou du lactosérum sec (300 g de lactosérum et 650 g d'ensilage). Le dispositif expérimental était un carré latin avec 4 traitements et 2 moutons par traitement.

La digestibilité de la matière organique de l'ensilage distribué seul est identique à celle du vert mais la digestibilité des matières azotées et de la cellulose brute est plus élevée et la quantité ingérée est plus faible ainsi que la quantité d'azote retenue. Pour les rations d'ensilage complémentées la digestibilité de la matière organique, les quantités de matière sèche et de matière organique digestible ingérées sont plus élevées que pour l'ensilage seul, et la quantité d'azote retenue est améliorée sans qu'il y ait de différences significatives entre les compléments. Les résultats sont discutés en fonction de la composition du liquide du rumen et de la nature de chacun des compléments.

G. BECHET. Enregistrement des activités alimentaires et méryciques des ovins au pâturage. Ann. Zootech., 1978, 27 (1), 107-113.

L'étude des activités alimentaires et méryciques des ovins au pâturage a été facilitée par l'utilisation d'un vibrographe modifié pour enregistrer les mouvements de la mâchoire inférieure. Cet appareil de faible poids est fixé sur le dos de l'animal à l'aide d'un harnais et d'une besace de toile. Il a une autonomie de 24 heures et l'enregistrement s'effectue sur un disque de papier.

Les mouvements de la mâchoire sont transmis à un circuit d'air composé d'une poire de caoutchouc maintenue à la mâchoire à l'aide d'un licol, et reliée par un tuyau à un système cylindre-piston incorporé au vibrographe. Tous les éléments de ce circuit sont en matière plastique, nylon ou latex, présentant une bonne étanchéité et une grande résistance aux chocs et perturbations de toutes sortes.

J.P. JOUANY et J. SENAUD. Utilisation du Monensin dans la ration des ruminants. II - Effets sur les fermentations et la population microbienne du rumen. Ann. Zootech., 1978, 27 (1), 61-74.

Nous avons étudié la digestion dans le rumen de moutons, d'une ration constituée en proportion constante (60 : 40) de foin de prairie naturelle distribuée sous forme hachée et d'aliment condensé contenant 0 ou 20 ou 40 p.p.m. de *Monensin* (antibiotique issu de: « *Streptomyces cinnamomensis* »). L'aliment aggloméré comportait des pulpes de betteraves déshydratées (50 p. cent), de la luzerne déshydratée (25 p. cent) et une part réduite de céréales (13,5 p. cent) associée à du tourteau de soja (10 p. cent).

La présence de *Monensin* dans la ration provoque une augmentation (environ 30 p. cent) de la proportion molaire d'acide propionique, alors que la somme des acides gras volatils a significativement diminué. Parallèlement, nous avons montré un accroissement de la concentration du jus de rumen en acide lactique. Enfin, la composition des gaz du rumen indique que la réduction de la méthanogénèse est importante lorsque les animaux reçoivent du *Monensin*.

L'ensemble de ces résultats peut s'expliquer par une modification importante de l'écosystème que constitue le rumen, à la suite de l'ingestion de *Monensin* par les animaux. Nous avons en effet observé une diminution significative de la biomasse de protozoaires ciliés du rumen ainsi qu'une augmentation du nombre des bactéries dont la taille est supérieure à 1 μ qui ne représentent, cependant, qu'une partie de l'ensemble des bactéries du rumen.

W. MARTIN-ROSSET, M. DOREAU et Joëlle CLOIX. Etude des activités d'un troupeau de poulinières de trait et de leurs poulains au pâturage. Ann. Zootech., 1978, 27 (1), 33-45.

Les activités alimentaires au pâturage d'un troupeau de juments de races lourdes, en partie suitées, ont été observées visuellement du lever du jour à la tombée de la nuit pendant 15 journées.

Les juments effectuent de 3 à 5 cycles de pâturage par jour; le premier commence 15 à 90 mn avant le lever du soleil; le dernier qui est le plus long s'achève 2 à 5 h après le coucher du soleil selon le mois de la saison. La durée totale de pâturage a été en moyenne de 592 ± 91 mn, avec de fortes différences entre journées. Faible au cours des premières semaines suivant la mise bas, la durée de pâturage augmente jusqu'à la 3^e semaine et devient supérieure d'une demi-heure à celle des juments non allaitantes.

Les poulains effectuent un nombre de tétées beaucoup plus élevé que celui du veau. Toutefois, la fréquence de tétées diminue rapidement avec l'âge alors que le temps de pâturage augmente.

J. ROBELIN et Y. GEAY. Estimation de la composition chimique du corps entier des bovins à partir du poids des dépôts adipeux totaux. Ann. Zootech., 1978, 27 (2), 159-167.

Cette étude propose des équations permettant d'estimer le poids des protéines, des lipides et le contenu en énergie du corps entier des bovins, et pas seulement de la carcasse, à partir du poids vif vide (poids vif — poids du contenu digestif) et du poids des dépôts adipeux totaux (de la carcasse et du cinquième quartier). Ces équations ont été calculées à partir de la mesure directe par broyage et analyse chimique du corps entier de 84 bovins.

Les coefficients de variation résiduelle (écart-type de la régression exprimé en p. cent de la variable dépendante) sont relativement faibles (6,5 p. cent; 2,8 p. cent et 3,6 p. cent respectivement pour les lipides, les protéines et l'énergie). La relation allométrique entre la masse délipidée (poids vif vide — poids des lipides) et le poids de protéines est indépendante de la race et du sexe des animaux; elle est par ailleurs très voisine de celle qui est observée à partir de résultats bibliographiques (fig. 1).

La précision de la méthode d'estimation proposée est discutée par rapport à la précision de la mesure directe de la composition chimique du corps entier.

B. REMOND et M. JOURNET. Effet du niveau d'apport azoté à des vaches au début de la lactation sur la production laitière et l'utilisation de l'azote. Ann. Zootech., 1978, 27 (2), 139-158.

Nous avons étudié sur 2 lots de 8 vaches l'influence d'une sous-alimentation azotée sévère, associée à une sous-alimentation énergétique, pendant les 7 premières semaines de la lactation, sur la production laitière et l'utilisation de l'azote (cf. schéma expérimental au tabl. 1).

L'apport insuffisant d'azote a entraîné une réduction de la production laitière, qu'il est cependant difficile de préciser car le lot sous-alimenté en azote a aussi été sous-alimenté en énergie (fig. 1 et tabl. 3). Il n'a, semble-t-il, pas limité la mobilisation des réserves corporelles des vaches puisque la perte de poids vif a été de 33 kg dans le lot bien alimenté et de 52 kg dans l'autre lot.

Les vaches sous-alimentées en azote ont reçu en moyenne 198 g d'azote de moins par jour (— 51 p. cent) au cours des 3 périodes de mesures du bilan au début de la lactation. Elles ont diminué leur exportation d'azote dans les fèces de 37 g (— 34 p. cent), dans l'urine de 81 g (— 71 p. cent) et dans le lait de 30 g (— 25 p. cent) (tabl. 4).

La proportion d'azote uréique dans l'azote total urinaire a été beaucoup plus faible dans le lot sous-alimenté en azote que dans l'autre lot (27 p. cent contre 54 p. cent). Il en est de même de la teneur en urée du lait (8,3 mg contre 29,0 mg par 100 ml) et de celle du sang (11,7 mg contre 31,8 mg par 100 ml) (tabl. 5 et 6).

La teneur en urée du sang et celle du lait ont été reliées de façon hautement significative à la teneur en azote de la ration ($r = 0,748$ et $r = 0,829$ respectivement). La teneur en urée du lait a aussi été liée de façon hautement significative à la quantité d'azote excrétée dans l'urine ($r = 0,882$) (fig. 2).

Ces résultats montrent qu'une sous-alimentation azotée sévère entraîne une diminution sensible de la production laitière, malgré la capacité importante des vaches à économiser leur azote. Compte tenu d'autres résultats acquis, il apparaît intéressant de bien alimenter en azote les vaches fortes productrices au début de la lactation.

J. ROBELIN. Développement différentiel du squelette chez les bovins. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 1978, 18 (1), 1-4.

J.M. GAREL et J.P. BARLET. Calcitonin in the mother, fetus and newborn. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 1978, 18 (1), 53-68.

Résumé. Les concentrations plasmatiques élevées de calcitonine observées chez la femelle pendant la gestation semblent protéger le squelette maternel contre une déminéralisation excessive au cours de cette période. Il est démontré que le fœtus de mammifère contrôle sa calcémie et que de ce point de vue, il est relativement indépendant des fluctuations de la calcémie maternelle. Le fœtus sécrète de la calcitonine et de l'hormone parathyroïdienne, et est autonome à cet égard, mais le rôle de ces hormones au cours de la vie fœtale demeure encore obscur. Un aspect nouveau de la physiologie de la calcitonine chez le nouveau-né est abordé, celui d'une régulation de l'absorption des nutriments par l'intermédiaire de certaines hormones gastro-intestinales.

J.P. BARLET et J.M. GAREL. Hormonal regulation of calcium metabolism in the newborn. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 1978, 18 (1), 69-80.

Résumé. Chez le nouveau-né comme chez l'adulte, le contrôle endocrinien de la calcémie est assuré par l'hormone parathyroïdienne, la calcitonine et le 1,25 dihydroxycholecalciférol.

Le fonctionnement parathyroïdien à la naissance semble variable selon les espèces. Chez quelques-unes, certains auteurs ont suggéré que les taux élevés de calcium sanguin mesurés chez les fœtus pourraient inhiber les parathyroïdes avant la naissance. Il semble que d'autres facteurs, encore inconnus actuellement, puissent intervenir dans cette inhibition. La maturité du système adényl-cyclase du cortex rénal dans la période néonatale varie également selon l'espèce considérée. Cependant cette variation ne peut suffire pour expliquer à elle seule. L'élévation de la phosphatémie observée dans les jours suivant la naissance.

Outre son effet hypocalcémiant, la calcitonine semble jouer un rôle physiologique particulièrement important chez le nouveau-né en modulant la vidange gastrique, probablement par l'intermédiaire de certaines hormones gastro-duodénales.

P. LARVOR, Marie-Louise LABAT. The influence of magnesium deficiency on calcium metabolism in the rat. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 1978, 18 (1), 149-155.

Résumé. 1. Le métabolisme du calcium a été étudié chez des rats carencés en magnésium au moyen d'une technique isotopique. Les paramètres cinétiques des échanges de calcium furent calculés par une méthode mathématique, à partir de la courbe de décroissance de la radioactivité de ^{45}Ca injecté par voie intraveineuse.

2. Il n'y avait aucune modification importante après 10 jours de carence, sauf une réduction significative de rapport P/V_T .

3. Après une carence de 20 jours, on constatait une baisse importante des deux compartiments du calcium échangeable (-40 p. 100) et une baisse moins importante de V_T (-15 p. 100).

4. Le taux d'urée sanguine était augmenté au cours de la carence en magnésium, avec une clearance normale de l'urée.

Y. RAYSSIGUIER et P. LARVOR. Mineral bone composition and some elements of calcium metabolism in magnesium-deficient growing rats. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 1978, 18 (1), 157-166.

Résumé. 1. La carence en magnésium a été produite chez des rats Sprague Dawley mâles en alimentation appariée avec celle des témoins. Les animaux ont été sacrifiés à 10, 22 ou 30 jours de traitements.

2. La composition plasmatique des carencés se caractérisait par : hypomagnésémie, légère hypercalcémie, hypophosphatémie, glycémie normale. L'hydroxyproline urinaire diminuait chez les carencés après 21 et 29 jours de carence.

3. Les os des membres furent fragmentés selon le schéma de la figure 1. Leur teneur en magnésium était fortement diminuée, et leur poids accru ; ces deux modifications étaient surtout importantes dans la métaphyse, moyennes dans l'épiphyse et plus faible dans la diaphyse.

4. Les modifications de la composition de quelques tissus et de l'ensemble du corps sont décrites.

5. La baisse du catabolisme osseux paraît liée principalement à la baisse du magnésium osseux (et non au magnésium plasmatique). L'augmentation du poids de l'os paraît résulter de la diminution du catabolisme. L'interprétation des modifications du métabolisme calcique est discutée.

Les renseignements fournis au sujet de l'activité de la
société sont les suivants : Les fonds
de la société sont au total de la somme de 100 000
francs.

Ensemble
C.N.R.A.
Bureau de
1000 - 1000
Bureau de : 1000 - 1000
Bureau de : 1000 - 1000

Ensemble de la société
C.N.R.A. 1000 - 1000

Les reproductions partielles ou complètes d'articles extraits de ce bulletin doivent être référencées avec précision. Les indications de référence figurent au haut de la première page de chaque article.

**Editions S.E.I.
C.N.R.A.
Route de St Cyr
78 000 - VERSAILLES
Dépôt légal : 1er trimestre 1979
N° C.P.P.A.P. : 573 ADEP**

**Directeur de la Publication
C. MALTERRE et A. HODEN**